GRAĐEVINAR

5

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVATSKE

GODINA XVI SVIBANJ 1964



MEDICINSKI CENTAR U KARLOVCU (MAKETA) — RADOVE IZVODI

GRAĐEVNO PODUZEĆE »NOVOTEHNA«, KARLOVAC

9559

»GRAĐEVINAR«

GOD. XVI BROJ 5

SADRŽAJ

SURADNICI!

OLAKŠAJTE RAD REDAKCIJSKOM ODBORU I UREDNIKU

Ako želite da Vaš članak bude što prije objavljen, držite se uputa:

DVA PRIMJERKA tipkana na stroju potpuno spremna za štampu neophodno su potrebna; tipkanje PROREDOM sa slobodnim RUBOM 5 cm ŠIRINE s lijeve strane omogućuju unošenje potrebnih korektura na jasan i pregledan način;

CRTEŽI IZRAĐENI TUŠEM jedino mogu da se upotrebe za izradu klišeja; slova i brojke na crtežima moraju biti tako veliki, da nakon smanjenja na format lista (8 odn. 16,5 cm širine) budu najmanje 1 mm visoki; svi naknadni ispravci crteža idu na račun autora;
fotografije kontrastne na sjajnom papiru daju dobre klišeje;
popis crteža i slika s rednom numeracijom olakšava orijetanciju, pa se izbjegava zametanje; sve slike priložiti odvojeno od teksta;
jasno i koncizno izražavanje u duhu jezika olakšava čitanje i povećava razumljivost, a štedi i na skupocjenom prostoru u listu.

Svi se objavljeni radovi honoriraju po tarifi, originalne slike se računaju kao tekst.

Molimo autore da prilikom slanja rukopisa naznače potpunu adresu, broj žiro računa i nadležnu općinu

RUKOPISI SE NE VRAĆAJU, zadržite za sebe kopiju!

Časopis izdaje· Savez građevnih inženjera i tehničara SRH, Zagreb, Berislavićeva ul. 6.

Glavni urednik: Prof. dr ing. Ervin Nonveiller
Tehnički urednik: Ante Nejašmić

Članovi redakcijskog odbora:

ing. Vladimir Bedeković, ing. Valter Janaček, Milan Jančiković, ing. Josip Klepac, ing. Dragutin Kovačec, prof. dr ing. Rajko Kušević, ing. Ivan Milković, ing. Slavko Rex, ing. Franjo Simić, ing. Viktor Steinman, prof. ing. Juraj Šiprak, prof. ing. Kruno Tonković, prof. dr ing. Oto Werner, prof. ing. Mladen Žugaj, — Administracija: Zagreb, Berislavićeva 6 — Tel. 38-114 — Tek. račun kod NB Zagreb 400-181-608-331

Štamparija »VJESNIK« Zagreb

»GRAĐEVINAR«

ČASOPIS SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA HRVATSKE

ZAGREB
BERISLAVIĆEVA 6
Telefon 38-114
Tekući račun 400-181-608-331

12 BROJEVA GODIŠNJE S AKTUELNIM I INTERESANTNIM SADRŽAJEM

Izlazi svakog mjeseca

Godišnja pretplata iznosi

Za poduzeća i ustanove

Prvi pretplatni primjerak . .	Din	12.000
svaki daljnji primjerak . . .	„	2.500
za ostale pretplatnike . . .	„	900
za đake Građevinske srednje tehničke škole i studente Građevinskog fakulteta	„	400
za inostranstvo	„	4.000
pojedini broj za poduzeća i ustanove	„	250
za ostale	„	80

»GRAĐEVINAR« ima razvijenu oglasnu službu s ovim kategorijama oglasa

1. Oglašivanje privredne djelatnosti
2. Ponuda i potražnja materijala, najam strojeva i inventara, oglasi licitacije
3. Ponuda i potražnja namještenja

PRETPLATITE SE NA GRAĐEVINAR

OGLAŠAVAJTE U GRAĐEVINARU

VODOVODI

KANALIZACIJE

INŽENJERSKI PROJEKTNI ZAVOD

PODUZEĆE ZA PROJEKTIRANJA - ZAGREB PETRINJSKA UL. 7 TEL. 34-811

MELIORACIJE

MOSTOVI

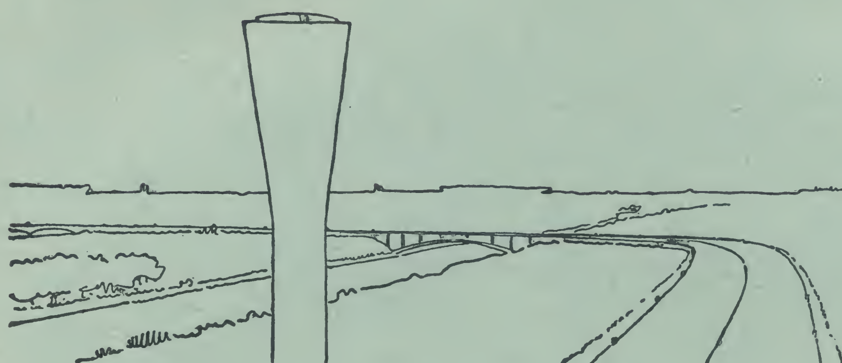
KONSTRUKCIJE

CESTE

PRUGE

TUNELI

AERODROMI



„HIDROPROJEKT“

PROJEKTNO PODUZEĆE

ZAGREB

DRAŠKOVIĆEVA 33

Izrađuje projekte za melioracije polja, regulacije vodotoka, uređenje bujica, hidrotehničke objekte, plovne kanale, vodovode i kanalizacije za naselja i tvornice, ribnjake, ceste i putove, te vodi stručni nadzor nad izvođenjem radova.

Telefoni: direktora 39-211
Ostali: 24-044, 39-200, 38-358

Tekući račun: 400-15-1-1929 kod Narodne banke u Zagrebu

Poštanski pretinac: 397

„BETONGRAD“

PROIZVODNO I GRAĐEVNO PODUZEĆE

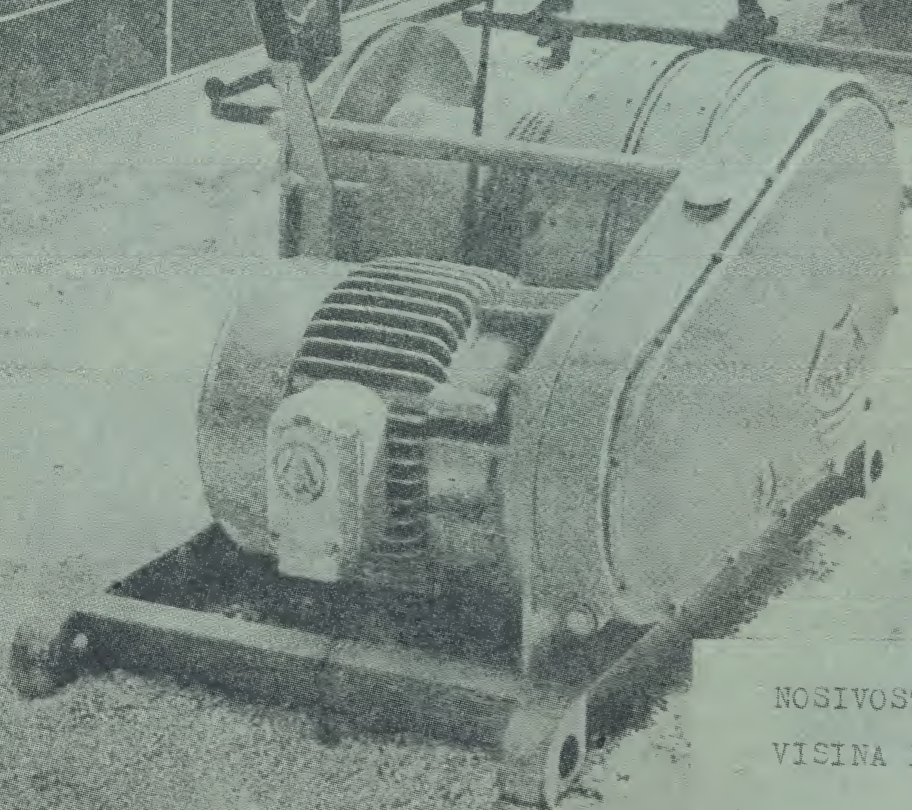
RIJEKA

BEOGRADSKI TRG BR. 2/IV
telefon: 23-473, 25-267

PROIZVODI:

Šljunak, prirodni i drobljeni, svih granulacija.
Betonske blokove za zidanje, međukatne kon strukcije od gredica ili šupljih ploča za sve raspone.
Betonske cijevi — mašinske.
Raznu betonsku galanteriju.





NOSIVOST 1000 kg
VISINA DIZANJA DO 49 METARA

GRAĐEVNO PODUZEĆE

„JADRAN"

ZADAR

VELEBITSKA ULICA b. b.

TELEFONI:

Kućna centrala	23-55
Direktor	23-53
Tehnički odjel	23-62
Komercijalni odjel	23-42

IZVODI SVE VRSTE GRAĐEVINSKIH RADOVA NA TERITORIJU GRADA I KOTARA ZADAR

POSLOVNIM PRIJATELJIMA I SURADNICIMA
čestitamo
1. MAJ — Praznik rada!

ZANATSKO PRIVREDNO PODUZEĆE

„ZADAR"

VELEBITSKA ULICA BR. 2, TELEFON 29-23

Izvodi sve vrste građevinske stolarije, elektroinstalaterske radove, kao i soboslikarske i ličilačke radove.

ČESTITAMO
1. MAJ
PRAZNIK RADA!

„RIJEKA-PROJEKT"

RIJEKA

ULICA MOŠE ALBAHARIJA BR. 10 A
telefoni: 22-888 i 22-228

PROJEKTIRA u drvu, armiranom i prednapregnutom betonu:

ZGRADE OPĆE ARHITEKTURE, STAMBENE ZGRADE, INDUSTRIJSKE OBJEKTE, SILOSE, TEMELJE ZA STROJEVE, MOSTOVE, CESTE I ŽELJEZNICE, KANALIZACIJE, VODOVODE I UREĐAJE ZA ČIŠĆENJE PITKE I OTPADNE VODE, MELIORACIJE I REGULACIJE, LUKE, OBALE, BRODSKE NAVOZE ITD., ELEKTRIČNE INSTALACIJE ZA RASVJETU I POGON, CENTRALNA GRIJANJA I KLIMA-UREĐAJE, UREĐAJE ZA ODSTRANJIVANJE OTPADAKA I PRAŠINE, INSTALACIJE ZA KOMPRIMIRANI ZRAK I ACETILEN.

OBAVLJA GEODETSKA SNIMANJA — ISPITUJE TEREN SONDAŽNIM BUŠENJEM

ČESTITAMO 1. MAJ — PRAZNIK RADA

GRAĐEVNO PODUZEĆE

»JADRAN«

RIJEKA — SLOGIN KULA b. b.

Telefoni: 22-601
22-602
22-604

IZVODI SVE VRSTE OBJEKATA VISOKOGRADNJE, KAO I INDUSTRIJSKIH GRADNJI. **POSJEDUJE VLASTITI PROJEKTNI BIRO,** KOJI PROJEKTIRA SVE VRSTE OBJEKATA VISOKOGRADNJE, A POSEBNO OBJEKATA STAMBENE I TURISTIČKE IZGRADNJE.

Svim poslovnim prijateljima — čestitamo
1. MAJ — PRAZNIK RADA!

»VULKAN« GRADJEVINSKE DIZALICE

KONZOLNA DIZALICA EDKD--0,3/0,5

Univerzalni tip dizalice nosivosti 300 i 500 kg

Jednostavna i solidna izvedba. Vrlo prikladno sredstvo za transport i dizanje

Dizalica se sastoji iz dva osnovna elementa:

— Okretna konzola nosivosti 500 kg OKB-0,5
— Elektro teretno vitlo vučne sile 300 kg ETB-0,3

Postavljanje dizalice je lako i brzo. Montira se na drveni, željezni ili armirano-betonski stup promjera 200 mm sa obujmicama koje omogućuju zaokretanje konzole za 200°

Na posebni zahtjev isporučujemo i konzole sa specijalnim obujmicama za pričvršćenje na četvrtaste stupove i na zidove

Dizalica se isporučuje sa kukom za dizanje tereta do 300 kg i sa koloturnikom i kukom za teret do 500 kg. U slučaju rada sa koloturnikom i kukom, brzina dizanja se smanjuje na polovinu, što omogućava dizanje većeg tereta

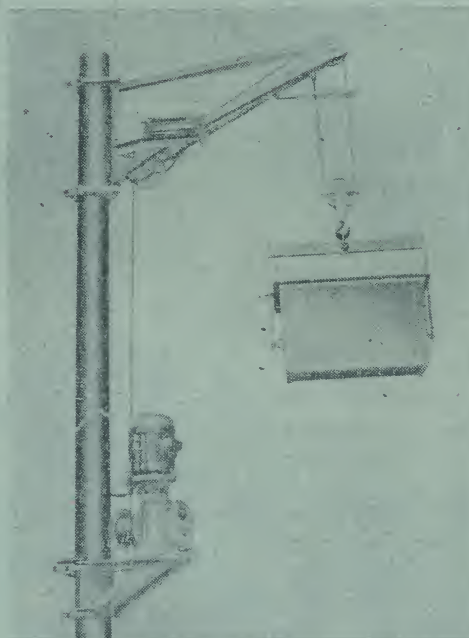
Stalak za elektroteretno vitlo je poseban dio koji omogućava pričvršćenje vitla na okrugli stup promjera 240 mm

Isporučujemo i posebne stalke koji omogućavaju postvaljanje vitla pri zemlji, na taj način se izbjegava prenašanje vitla zajedno sa konzolom na vrh objekta.

Na konzolu je postavljena krajnja sklopka koja automatski isključuje pogon kada kuka dođe u gornji položaj, na taj način izbjegava se mogućnost oštećenja dizalice i postizava sigurnost u radu

Karakteristike

Nosivost pomoću koloturnika sa kukom	500 kg
Brzina dizanja (srednja)	16 m/min
Nosivost pomoću utega sa kukom	300 kg
Brzina dizanja (srednja)	32 m/min
Visina dizanja	20 m



ELEKTRO TERETNO VITLO ETB-0,3

Kao poseban i nezavisan element može se upotrebiti sa konzolom ili bez nje za vučenje tereta, izvlačenje tereta na kosinama, otvaranje teških vrata i zasuna, za jednostavne teretne liftove itd.

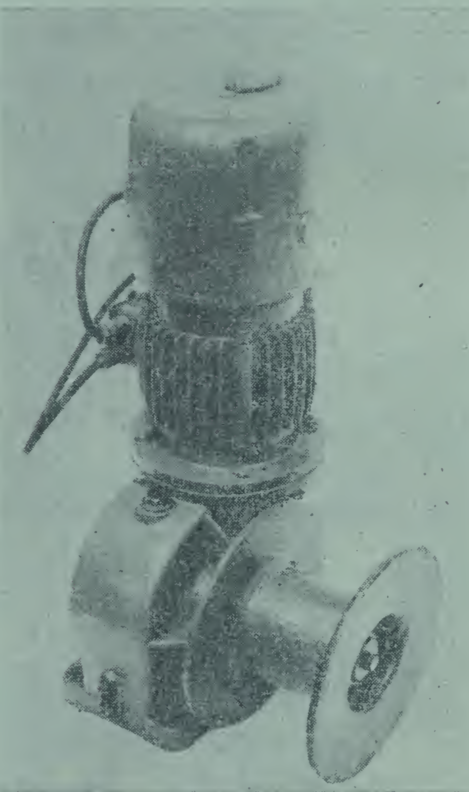
Vitlo je potpuno zatvorene konstrukcije, te je sposobno za rad na otvorenom prostoru

Upravljanje vitlom obavlja se preko dvosmjernog prekidača

Karakteristike

Vučna sila	300 kg
Brzina namatanja užeta (srednja)	32 m/min
Broj okretaja bubnja	57 o/min

Elektro motor »Elektrokovina« — Maribor, tip T 112 SA NŽI, snage 2,2 kW, 1430 o/min, 380 V, 50 Hz, sa ugrađenom elektromagnetskom kočnicom, tip H82B



GRAĐEVINSKI LIFT »BOB«

Jednostavno i efikasno teretno dizalo zbijene i solidne konstrukcije, sigurno u pogonu

Za pogon lifta služi vitlo tipa EBA-3-1, 2/45

Lift se sastoji iz vodilice sa priborom i platforme za dizanje tereta

Vodilice su sastavljene iz sekcija dužine 4 m, što omogućuje laki transport i brzu montažu

Platforma za dizanje sastoji se iz okvira varene konstrukcije sa vodećim kotačima i drvene ploče za smještaj tereta. Korisna površina za teret je 1,5 × 1 m i odgovara prostoru za smještaj japaner kolica. U platformu za dizanje ugrađena je automatska kočnica koja stupa u djelovanje u slučaju prekida užeta i sigurno zaustavlja lift na onoj visini na kojoj se desio prekid; na taj način je cijeli uređaj potpuno siguran u radu

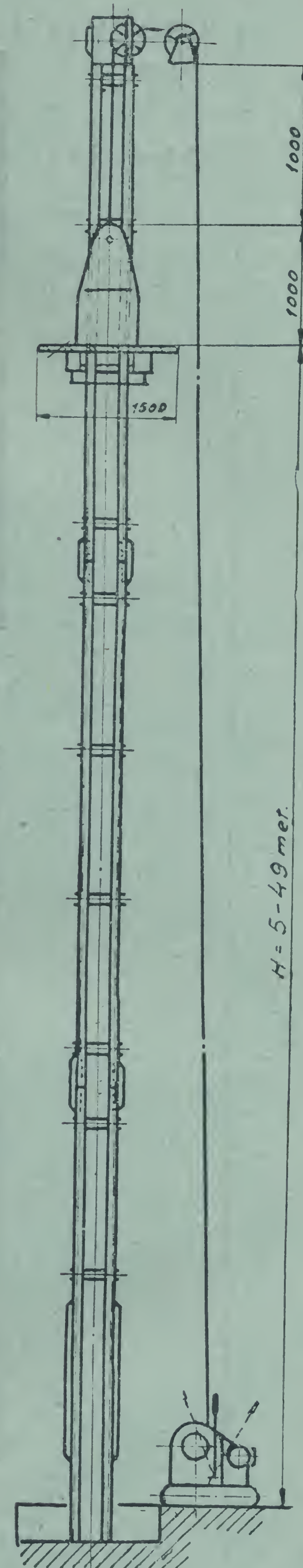
Karakteristike

Nosivost na platformi	1000 kg
Brzina dizanja	45 m/min
Visina dizanja	5—49 m

Elektromotor »Rade Končar«, tip Az 237-4, snage 12,5 KS, 380 V, 50 Hz

Vitlo i elektromotor potpuno su zatvorene konstrukcije, te su sposobni za rad na otvorenom prostoru

Upravljanje vitlom obavlja se jednom polugom, što omogućava jednostavno i lako rukovanje



VULKAN

TVORNICA DIZALICA I LJEVAONICA - RIJEKA

RIJEKA, POLIĆ-KAMOVA 103 - TELEFON 41-455 - TELEX 02-569

URBANISTIČKI BIRO SPLIT
Vestibul 4 Telefon 41-966

Obavlja:

— urbanističko projektiranje
— projektiranje arhitektonskih visokogradnji
— projetkiranje niskogradnji i komunalnih uređaja
— projektiranje i izvođenje rekonstrukcija i adaptacija historijskih objekata i ambijenata
— naučno istraživanje i proučavanje povijesti graditeljstva
— izdavanje stručnih publikacija
— kopiranje i umnožavanje nacrta, planova i druge dokumentacije, foto-usluge i izradu maketa i modela

»VOLJAK«

GRAĐEVINSKO PODUZEĆE

SPLIT - SOLIN

TELEFON: 42-55

Izvodi sve vrste građevinskih radova iz oblasti visokogradnje i niskogradnje. Izrađuje sve vrste betonskih elemenata, stropne montažne konstrukcije, te željezničke pragove iz prenapregnutog betona.

Projektira objekte industrijske i stambene izgradnje.

POSLOVNIM PRIJATELJIMA ČESTITAMO
1. MAJ — PRAZNIK RADA!

„KVARNER"

GRAĐEVINSKI KOMBINAT
RIJEKA
UL. BRAĆE ŠUPAK br. 16

RJEŠAVAMO sve potrebne građevinske operative, i to:

Adaptacije svih vrsta objekata, nadogradnje, dogradnje i rekonstrukcije. Izgradnja svih vrsta manjih novogradnji. Sve vrste hidroizolacija i termoizolacija. Limarske radove za sve vrste i potrebe u građevinarstvu i industriji.

Kombinat ima u svom sastavu Arhitektonsko-projektni biro.

RADOVE izvodimo brzo i solidno.

SVIM POSLOVNIM PRIJATELJIMA ČESTITAMO PRAZNIK RADA — 1. MAJ!

GRAĐEVNO PODUZEĆE

„TEMPO"

ZAGREB, MIRAMARSKA b. b.

IZVODI

SVE VRSTE

VISOKOGRADNJA I NISKOGRADNJA
NA TERITORIJU CIJELE
DRŽAVE

»PROJEKT«

PROJEKTNO PODUZEĆE

ZAGREB

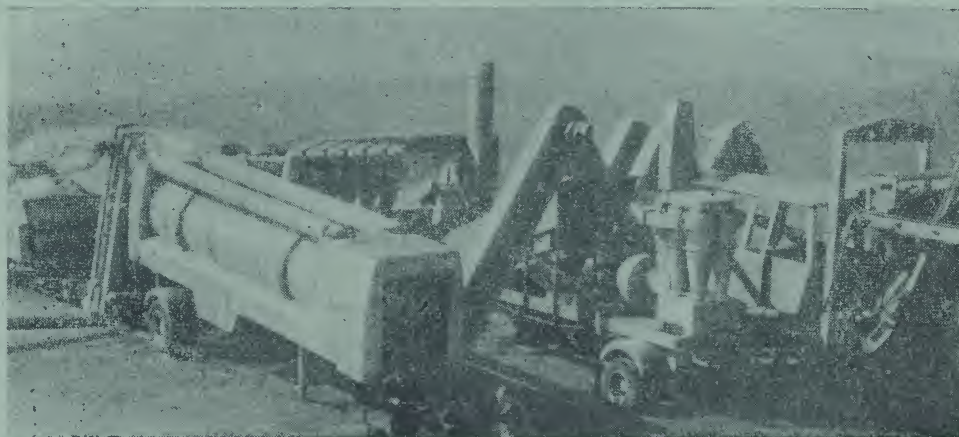
TRG MARŠALA TITA BR. 8/II

Telefoni: 38-807, 35-284, 36-128 — Brzojavi: PROJEKT ZAGREB
Poštanski pretinac 467 — Žiro račun broj: 400-18-1-1317

GRAĐEVINSKO PROJEKTIRANJE
HIDROGRAĐEVINSKO PROJEKTIRANJE
GEODETSKO PROJEKTIRANJE
AGRARNE OPERACIJE
ARHITEKTONSKO PROJEKTIRANJE

PRENOSNI UREĐAJ ZA MIJEŠANJE ASFALTA, Tip C-25





Osnovnu etapu izgradnje asfaltnog puta predstavlja miješanje asfaltnog betona. Zahvaljujući automatiziranom pogonu mađarskog uređaja za miješanje asfalta, tip C-25 može se proizvesti asfaltni beton, koji potpuno odgovara svim tehnološkim propisima, s pomoću tri stručna radnika. Uređaj za miješanje betona radi potpuno bez prašine; može se postići kapacitet proizvodnje betona od 25—30 tona/sat. Pojedini prijenosni materijali mogu se brzo otpremati, put materijala od uređaja za punjenje do rezervoara gotove robe potpuno je zatvoren.

Podrobnije tehničke i trgovinske obavijesti izvolite zatražiti od

Mađarskog vanjskotrgovinskog poduzeća
za proizvode teške industrije
NIKEX
Budapest 4. P. O. B. 103

Uređaj će biti prikazan na Međunarodnom sajmu tehnike u Beogradu od 24. maja do 2. juna 1964.

GRAĐEVNO PODUZEĆE

»KONSTRUKTOR«

SPLIT

SVAČIĆEVA UL. 4/I
TELEFONI: 41-88, 22-15, 24-64, 33-21
POŠTANSKI PRETINAC 31

IZVODI SVE VRSTE GRAĐEVINSKIH RADOVA. PODUZEĆE JE OPREMLJENO ZA GRADNJU HIDROELEKTRANA I OSTALIH RADOVA NISKOGRADNJE, KAO I INDSTRIJSKIH OBJEKATA

»BETON«

GRAĐEVINSKO PODUZEĆE

METKOVIĆ

IZVODI SVE VRSTE GRAĐEVINSKIH RADOVA
VISOKOGRADNJE I NISKOGRADNJE

SVIM POSLOVNIM PRIJATELJIMA — ČESTITAMO
PRAZNIK RADA — 1. MAJ!

»JUGOBETON«

GRAĐEVNO INDUSTRIJSKO I MONTAŽNO PODUZEĆE



ZAGREB

REMETINEČKA CESTA 106

TELEFON: 53-046

IZVODI

Industrijske objekte raspona do 38 m, centrifugirane dalekovodne stupove, prednapregnute željezničke pragove i ostale konstrukcije iz prednapregnutog, armiranog, centrifugiranog i lijevanog betona.



„METAN"

Kemijska industrija

KUTINA

Građevinari!

Preporučamo naš

VAPNENI HIDRAT EXTRA

proizveden iz vapna paljenog zemnim plinom.

Zadovoljstvo naših dosadašnjih kupaca, najbolja garancija vrijednosti našeg vapnenog hidrata.

ZAVOD ZA KOMUNALNU DJELATNOST

RIJEKA

UL. POLIĆ KAMOVA BR. 7

telefoni: 41-667, 41-668, 41-669

Zadaci Zavoda su:

proučavanje problema i važnijih pitanja iz oblasti komunalne privrede i usluga, obavljanje poslova po propisima o urbanističkom planu Rijeke, kao i propisa o uređivanju i korištenju gradskog zemljišta i konačno zadatak oko pravilne upotrebe sredstava za izgradnju komunalnih objekata i uređaja.

Svim poslovnim prijateljima čestita

PRVI MAJ, PRAZNIK RADA

GRAĐEVINAR

GOD. XVI SVIBANJ 1964. Br. 5

ZAVISNOST POMAKA U POLIGONALNOM SISTEMU

Vasilij Andrejev, Zagreb

Ako u Mohrovoj formuli za pomak u mjestu (i) od same jedinične sile u mjestu (k)

$$\delta_{ik} = \Sigma \int \frac{M_i\, M_k\, ds}{EJ} + \Sigma \int \frac{N_i\, N_k\, ds}{EF} + \Sigma \int \frac{\mu\, Q_i\, Q_k\, ds}{FG}$$

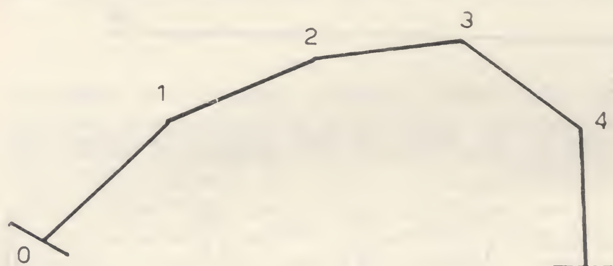
zanemarimo utjecaje aksijalnih i transverzalnih

Primjenimo gornju formulu na štapnu polinostavan

$$\delta_{ik} = \Sigma \int \frac{M_i\, M_k}{EJ}\, ds$$

koji je u mnogim slučajevima dovoljno tačan.

Primjenimo gornju formulu na štapastu poligonalnu konstrukciju (sl. 1), da bi pronašli po-



Sl. 1.

make vrhova poligonalne konstrukcije. Možemo pokazati da će za taj slučaj između pomaka vrhova 1, 2, 3, 4 postojati vrlo jednostavne zavisnosti, koje mogu biti predočene sistemom homogenih jednadžbi te ih lako možemo koristiti za određivanje samih pomaka, odnosno možemo smanjiti broj pomaka koji se moraju odrediti direktno po formuli (1).

Ako zanemarimo aksijalne deformacije štapova, ostat će samo skraćenje njihove sistemne dužine uslijed savijenog oblika (sl. 2.). To skraćenje, tj. razlika između dužine tetive l_i' i prave dužine savinute stranice l_i iznosi

$$l'_i - l = \delta = -\frac{1}{2} \int_0^l \varphi^2 dx$$

odnosno po teoremu o srednjoj vrijednosti je:

$$\delta = -\frac{1}{2}\, l\, (\varphi^x)^2,$$

gdje je φ^x neki kut priklona, koji se svakako nalazi u nekoj tački između M i N. To je vrlo mala veličina, pa je i δ mala veličina drugog reda, te se može zanemariti u svakom slučaju gdje zanemarujemo tako male veličine.



Sl. 2.

Prema toj konstataciji možemo napisati ovu uvjetnu jednadžbu za svaku stranicu u konstrukciji (sl. 3.).

$$l_i^2 = (x_{1+i} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2 = \Delta x_i^2 + \Delta y_i^2$$

$$l_i'^2 = (x_{i+1} + u_{i+1} - x_i - u_i)^2 + (y_{i+1} + v_{i+1} - y_i - v_i)^2 = (\Delta x_i + u_{i+1} - u_i)^2 + (\Delta y_i + v_{i+1} - v_i)^2$$

Kad zanemarimo male veličine drugog reda bit će

$$l_i^2 \doteq l_i'^2$$

a to daje ovu jednakost

$$\Delta x_i\, (u_{i+1} - u_i) + \Delta y_i\, (v_{i+1} - v_i) = 0 \qquad (5)$$

Takvih uvjetnih jednadžbi možemo napisati za svaku stranicu poligona, odnosno štapova. Jednadžbe su homogene s obzirom na nepoznate pomake **u** i **v**; to znači da će određivanje nekih veličina iz tih jednadžbi biti znatno olakšano.

Iz sl. 1 vidimo, da će pri svakom opterećenju okvira nastati osam komponenata pomaka u_i i v_i, a možemo postaviti pet uvjetnih jednadžbi. Prema tome trebamo neposredno odrediti samo tri pomaka, dok ostalih pet dobivamo iz uvjetnih jednadžbi.

U općem slučaju, prema sl. 1, u okviru postoji **n** stranica i (n — 1) vrhova, treba odrediti 2(n — 1) pomaka, ali u tom slučaju imamo i n uvjetnih jednadžbi, te ćemo tako morati odrediti neposredno (po Mohru) samo 2 (n — 1) — n = n — 2 pomaka.* (6)

Eventualno treba odrediti i koji pomak više, ako se ne držimo potrebnog slijeda.

Sl. 3.

Sistem uvjetnih jednadžbi za konstruktivni sistem na sl. 1 imat će ovaj oblik

$$\left.\begin{aligned} &\Delta x_1 u_1 + \Delta y_1 v_1 = 0 \\ &\dots\dots\dots\dots \\ &\Delta x_i (u_{i+1} - u_i) + \Delta y_i (v_{i+1} - v_i) = 0 \\ &\dots\dots\dots\dots \\ &\Delta x_n (u_{i-1}) + \Delta y_n v_{n-1} = 0 \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

Ako za nezavisne odaberemo (n—2) pomaka: $u_1, u_2, \dots u_{n-2}$,

onda sve ostale, tj. n pomaka: $u_{n-1}, v_1, v_2 \dots v_{n-1}$ možemo izraziti pomoću nezavisnih:

$$v_k = \sum_{i-1}^{k-1} \left(\frac{\Delta x_{i+1}}{\Delta y_{i+1}} - \frac{\Delta x_i}{\Delta y_i} \right) u_i - \frac{\Delta x_k}{\Delta y_k} u_k \qquad k \leq (n-2) \quad (8)$$

$$v_{n-1} = \frac{1}{1 - \dfrac{\Delta x_{n-1}}{\Delta y_{n-1}} \cdot \dfrac{\Delta y_n}{\Delta x_n}} \cdot \sum_{i=1}^{n-2} \left(\frac{\Delta x_{i+1}}{\Delta y_{i+1}} - \frac{\Delta x_i}{\Delta y_i} \right) u_i$$

$$u_{n-1} = \frac{1}{\dfrac{\Delta x_{n-1}}{\Delta y_{n-1}} - \dfrac{\Delta x_n}{\Delta y_n}} \cdot \sum_{i=1}^{n-2} \left(\frac{\Delta x_{i+1}}{\Delta y_{i+1}} - \frac{\Delta x_i}{\Delta y_i} \right) u_i$$

Želimo li za nezavisne pomake odabrati: $v_1, v_2, \dots v_{n-2}$

tada su svi ostali, od njih zavisni, određeni ovim izrazima:

$$u_k = \sum_{k-1}^{i=1} \left(\frac{\Delta y_{i+1}}{\Delta x_{i+1}} - \frac{\Delta x_k}{\Delta y_k} \right) v_i - \frac{\Delta y_k}{\Delta x_k} v_k$$

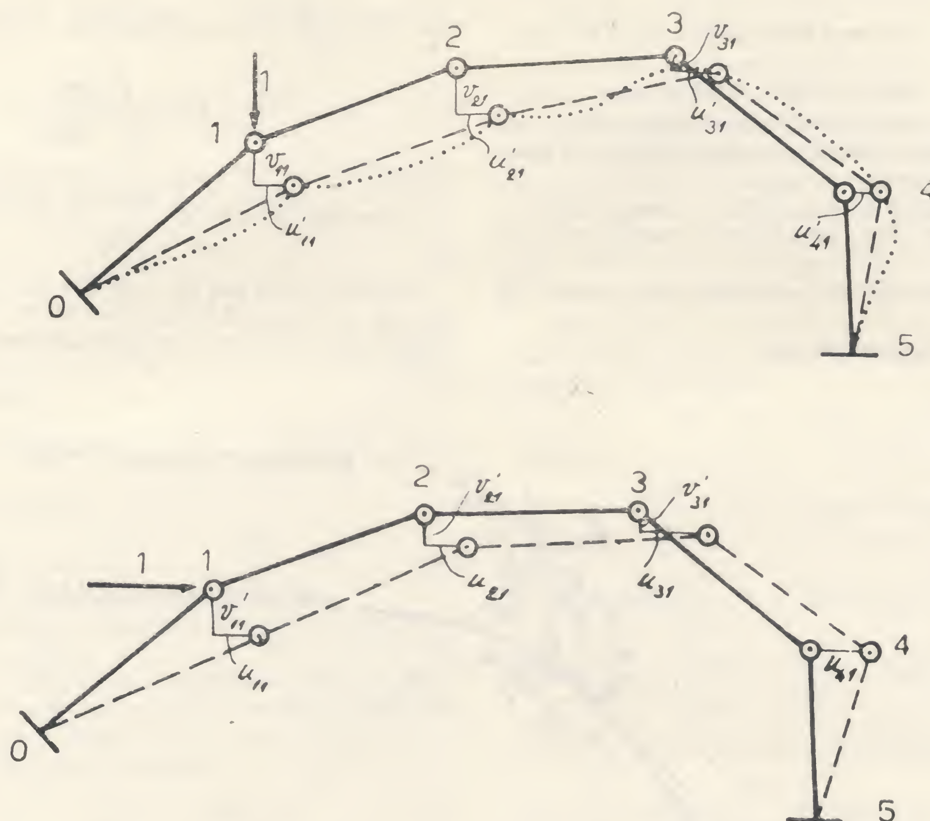
$$u_{n-1} = \frac{1}{1 - \dfrac{\Delta y_{n-1}}{\Delta x_{n-1}} \cdot \dfrac{\Delta x_n}{\Delta y_n}} \cdot \sum_{i=1}^{n-2} \left(\frac{\Delta y_{i+1}}{\Delta x_{i+1}} - \frac{\Delta y_i}{\Delta x_i} \right) v_i$$

$$v_{n-1} = \frac{1}{\dfrac{\Delta y_{n-1}}{\Delta x_{n-1}} - \dfrac{\Delta y_n}{\Delta x_n}} \cdot \sum_{i=1}^{n-2} \left(\frac{\Delta y_{i+1}}{\Delta x_{i+1}} - \frac{\Delta y_i}{\Delta x_i} \right) v_i \quad (9)$$

Primjena uvjetnih jednadžbi osobito je podesna gdje eventualno treba odrediti »jedinične« pomake, tj. pomake od opterećenja P = 1, kao što je pokazano na sl. 4*. Za prvo opterećenje silom 1 treba odrediti osam pomaka, no s korišćenjem pet uvjetnih jednadžbi (jer postoje 5 stranica poligonalnog štapa) treba odrediti samo tri pomaka neposredno pomoću Mohrove formule, a ostali se određuju pomoću uvjetnih jednadžbi. Za drugo opterećenje sa jediničnom silom treba odrediti neposrednim pu-

---

Takvi pomaci su npr. potrebni za sastavljanje jednadžbi oscilacija štapnog sistema s koncentriranim masama.



Sl. 4.

tem samo dva pomaka, jer će se jedan dobiti po svojstvu uzajamnosti iz prethodnog opterećenja. Kod trećeg opterećenja neposredno treba odrediti samo jedan pomak; za ostalih pet slučajeva jediničnih opterećenja sve pomake dobivamo iz svojstva uzajamnosti i uvjetnih jednadžbi; pritom dalje od trećeg opterećenja postoji i kontrola.

Kako se ovdje od jediničnog opterećenja pojavljuju horizontalni i vertikalni jedinični pomaci, uvedimo za njih oznake sa dva donja indeksa i jednim gornjim:

a) Od vertikalne sile $P_{vk} = 1$ u vrhu **k** nastaju vertikalni pomaci v_{ik} i horizontalni pomaci u'_{ik};

b) od horizontalne sile $P_{hk} = 1$ u vrhu **k** nastaju vertikalni pomaci v'_{ik} i horizontalni pomaci u_{ik}

Teorem uzajamnosti dat će ove relacije:

$$v_{ik} = v_{ki}, \qquad u_{ik} = u_{ki}, \qquad v'_{ik} = u'_{ki},$$

ali je $v'_{ik} \neq v'_{ki}$ i $\mu'_{ik} \neq \mu'_{ki}$.

Uvjetne jednadžbe (7) primjenjene za jedinično opterećenje na sl. 4a imat će ovaj oblik:

$$\left.\begin{aligned}
\Delta x_1 (u'_{11} - 0) + \Delta y_1 (v_{11} - 0) &= 0 \\
\Delta x_2 (u'_{21} - u'_{11}) + \Delta y_2 (v_{21} - v_{11}) &= 0 \\
\Delta x_3 (u'_{31} - u'_{21}) + \Delta y_3 (v_{31} - v_{21}) &= 0 \\
\Delta x_4 (u'_{41} - u'_{31}) + \Delta y_4 (v_{41} - v_{31}) &= 0 \\
\Delta x_5 (0 - u'_{41}) + \Delta y_4 (0 - y_{41}) &= 0
\end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

Analogan sitem jednadžbi vrijedi i za sve ostale slučajeve.

Ukoliko mogu nastati pomaci na ležajevima poligonalnog okvira, oni će ući u prvu i posljednju jednadžbu, na primjer, kao u'_{01} i v_{01} odnosno u'_{51} i v_{51}. U tom slučaju efikasnost sistema uvjetnih jednadžbi se smanjuje jer njihov broj ostaje isti, dok se broj pomaka povećava.

Gornje uvjetne jednadžbe su postavljene na osnovu samo očiglednih zaključaka, da one moraju biti ispunjene ako se zanemare promjene dužina štapova. Takve pretpostavke sistema uvjetnih jednadžbi možemo potkrijepiti posrednim dokazom, koji izlazi iz graničnog prijelaza od konačnog broja štapova na beskonačno veliki, odnosno od poligonalnog oblika na kontinuirano zakrivljeni štap.

Kad broj stranica poraste do beskonačnog poligon će prijeći u kontinuirano zakrivljeni štap, odnosno postat će luk. Iz strukture uvjetnih jednadžbi se vidi, da će svaka od njih pripadati elementu **ds** na luku, pa ćemo dobiti ovu diferencijalnu jednadžbu:

$$dx\delta u + dy\delta v = 0 \qquad (10a),$$

$$\text{odnosno} \quad \frac{dy}{dx} \cdot \frac{\delta v}{\delta u} = -1. \qquad (10b)$$

Ta diferencijalna jednadžba pokazuje, da mora postojati međusobna ortogonalnost diferencijalnih vektora:

$$\vec{ds} = \vec{i}\,dx + \vec{j}\,dy$$

i

$$\delta\vec{p} = \vec{i}\,\delta u + \vec{j}\,\delta v,$$

od kojih prvi pokazuje element luka, a drugi pomak kraja tog elementa. Gornja relacija se može izvesti i neposrednim putem.

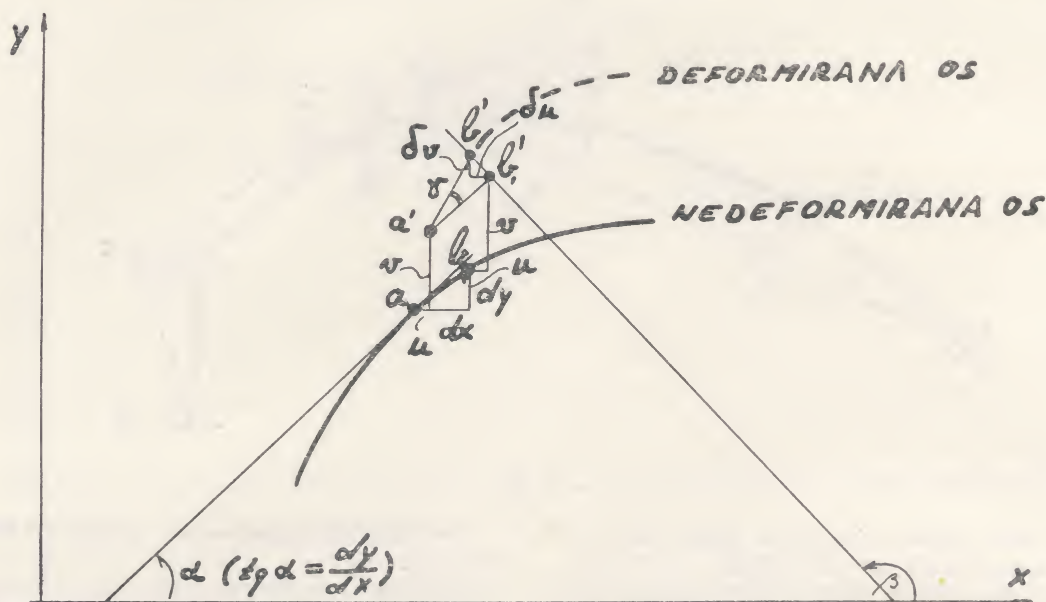
U obliku (10b) ta jednadžba pokazuje da tangenta u nekoj tački na os zakrivljenog štapa je normalna na gradijent $\frac{\delta v}{\delta u}$ (sl. 5), koji nastaje od zaokreta kraja elementa ds,

odnosno prelazeći na diferencije možemo napisati:

$$\Delta v_i \doteq \Delta x_i \left(\gamma_0 - \int_0^s \frac{Mds}{EJ} \right) =$$

$$= \Delta x_i \left(\gamma_0 - \sum_{j=1}^{i} \frac{M_j \cdot \Delta s_j}{EJ_j} \right) \qquad (13)$$

Formula (13) bit će pogodna za lančano određivanje položaja deformirane osi u diferencijama tamo gdje analitičko integriranje nije provedivo.



Sl. 5.

Jednadžba (10a) ukazuje na to, da se elemenat **ds** može premjestiti translacijom u a'b'₁ (sl. 5), a zatim rotacijom za pripadni kut zaokreta γ. Element **ds** izvodi, dakle, opće komplanarno gibanje, sastavljeno od translacije i rotacije.

Vektor pomaka kraja $d\vec{p}$ zatvara kut β, koji se dobije iz odnosa:

$$\frac{\delta v}{\delta u} = tg\beta \quad i \quad \beta = \alpha + \frac{\pi}{2}$$

Iz sl. 5 vidimo da je:

$$\gamma ds \cos\alpha = \delta v,$$

ovdje je γ apsolutni kut zaokreta elementa, a budući da je ds $\cos\alpha$ = dx dobivamo: $\gamma dx = \delta v$.

No γ u nekom presjeku, koji je određen dužinom luka **s**, je

$$\gamma = -\int_0^s d\varphi + c = \gamma_0 - \int_0^s d\varphi$$

te prema tome za taj presjek je:

$$\delta v = \left(\gamma_0 - \int_0^s \frac{Mds}{EJ} \right) dx, \qquad (12)$$

Izraz za v_k na kraju luka $s = s_k$ dobit ćemo kao zbroj

$$v_k \doteq \sum_{i=1}^{k} \Delta v_i = \sum_{i=1}^{k} \Delta x_i \left(\gamma_0 - \sum_{j=1}^{i} \frac{M_j \Delta s_j}{EJ_j} \right) (i \leqq k) \quad (14)$$

Formula (14) u ovom obliku uvijek je upotrebiva, no ona se može prikazati i u obliku integrala kao:

$$v = \int_0^{x=\xi} dx \left(\gamma_0 - \int_0^x \frac{Mdx}{EJ\cos\alpha} \right) (x \leqq \xi) \qquad (15)$$

i tada ona prikazuje analitički izraz za vertikalnu komponentu progiba deformirane osi (elastične linije) u presjeku s apscisom $x = \xi$.

Analogne formule se mogu izvesti za **du**, odnosno Δu_i i $u_k = \Sigma \Delta u_i$ odnosno **u**.

Iz sl. 5. ili relacije (10b) imamo:

$$\delta_u = \delta v tg\alpha = -\gamma tg\alpha dx = -\gamma dy,$$

a polazeći od toga dobivamo:

$$\delta_u = -\left(\gamma_0 - \int_0^s \frac{Mds}{EJ} \right) tg\alpha dx \qquad (12a)$$

odnosno:

$$\Delta u_i = -\Delta y_i \left(\gamma_0 - \sum_{j=i}^{i} \frac{M_j \Delta s_j}{EJ_j} \right) \qquad (13a)$$

$$u_k = \sum_{i=1}^{k} \Delta u_i = - \sum_{i=1}^{k} \Delta y_i \left(\gamma_0 - \sum_{j=1}^{i} \frac{M_j \Delta s_j}{EJ_j} \right) \tag{14a}$$

$$u = - \int_{o}^{y=\eta} dy \left(\gamma_0 - \int_{o}^{y} \frac{Mdy}{EJ \sin \alpha} \right) \tag{15a}$$

Ako se formula (15) primjeni na sistem s upetim krajem, onda je $\gamma_0 = 0$ te ona postaje

$$v = - \int_{o}^{x=\xi} dx \int_{o}^{x} \frac{M}{EJ \cos \alpha} dx \tag{15b}$$

Desna strana prikazana je u obliku dvokratnog integrala, a pretvarajući dvokratni u jednokratni po općoj formuli:

$$\int\int\int_{o}^{x} \ldots\ldots \int f(x) (dx)^n = \frac{1}{(n-1)!} \int_{o}^{x} (t) (x - t)^{n-1} dt$$

dobivamo iz (15b):

$$v = - \int_{o}^{\xi} (\xi - x) \frac{M}{EJ \cos \alpha} dx, \tag{15c}$$

a to je Mohrova formula za progib u presjeku sa $x = \xi$ krivog štapa.

Formula (15c) s kinematičkog stanovišta prikazuje zbroj vertikalnih pomaka u nekom presjeku s kordinatom ξ, koji nastaju zbog relativnih zaokreta za diferencijalne kuteve:

$$d\varphi = \frac{Mdx}{EJ \cos \alpha}$$

na krakovima $(\xi - x)$, a budući da se svaka rotacija može ekvivalentno zamijeniti translacijom i rotacijom, razumljivo je da mora postojati identičnost između formula (15b) i (15c).

Dakle, granični prijelaz od poligonalnih okvira na kontinuirano zakrivljene štapove ne dovodi do protivrječnosti, a to je i opravdanje za naprijed postavljeni sistem uvjetnih jednadžbi.

Pretpostavimo da se u Mohrovom izrazu za δ_{ik} ne zanemaruju članovi koji izražavaju utjecaj aksijalnih deformacija, tj. pomaci se traže uz uzimanje u obzir promjena dužina štapova u poligonalnom okviru. U tom slučaju između dužine deformirane i nedeformirane stranice u okviru mora postojati razlika Δl_i, tj. mora postojati ova jednadžba:

$$(l_i + \Delta l_i)^2 \doteq l_i'^2$$

odnosno:

$$l_i^2 + 2 \Delta l_i \, l_i + \Delta l_i^2 = l'^2_i,$$

a zanemarujući $(\Delta l_i)^2$ dobivamo

$$\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2 + 2 \Delta l_i l_i = (\Delta x_i + u_{i+1} - u_i)^2 +$$
$$+ (\Delta y_i + v_{i+1} - v_i)^2 = \Delta x_i^2 + 2 (u_{i+1} - u_i) \Delta x_i +$$
$$+ (u_{i+1} - u_i)^2 + \Delta y_i^2 + 2 (v_{i+1} - v_i) \Delta y_i +$$
$$+ (v_{i+1} - v_i)^2$$

Zanemarujući male veličine drugog reda dobivamo:

$$\Delta l_i \, l_i = (u_{i+1} - u_i) \cdot \Delta x_i + (v_{i+1} - v_i) \cdot \Delta y_i \tag{16}$$

a podijelivši sa l_i, dobivamo ovu jednadžbu:

$$(u_{i+1} - u_i) \cos \alpha + (v_{i+1} - v_i) \sin \alpha = \Delta l_i \tag{17}$$

Dakle, i u slučaju kada se uzimaju u obzir aksijalne deformacije, uvjetne jednadžbe imaju isti oblik, ali nisu više homogene, a osim toga za postavljanje sistema uvjetnih jednadžbi traži se prethodno određivanje slobodnih članova, tj. određivanje promjena dužina pojedinih stranica poligona, koje su funkcije položaja i opterećenja.

Iz navedenih razloga primjena uvjetnih jednadžbi u slučajevima kada se uzimaju u obzir aksijalne deformacije, može poslužiti u svrhu kontrole, ali ona nije jednostavna.

Ako pustimo da broj stranica poligona raste do neizmjerno, onda uvjetne jednadžbe u obliku (16) prelaze u ovaj oblik:

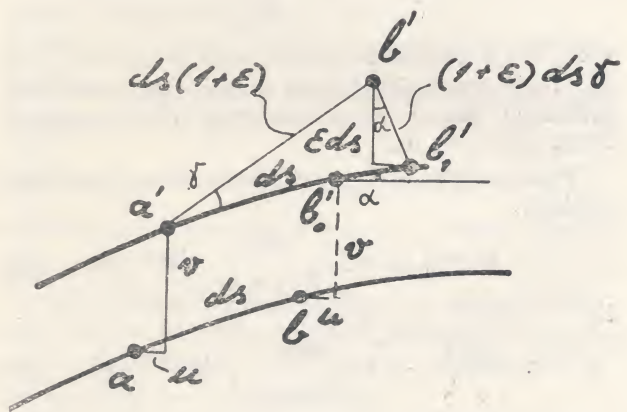
$$\delta ds \cdot ds = \delta u dx + \delta v dy \tag{18}$$

odnosno:

$$\frac{\delta ds}{ds} (ds)^2 = \delta u dx + \delta v dy,$$

a označujući $\frac{\delta ds}{ds} = \varepsilon$, dijeleći sa $(ds)^2$ i zamjenjujući $ds = \frac{dx}{\cos \alpha} = \frac{dy}{\sin \alpha}$, dobivamo izraz za aksijalnu dilataciju zakrivljenog štapa:

$$\varepsilon = \frac{\delta u}{dx} \cos^2 \alpha + \frac{\delta v}{dy} \sin^2 \alpha = \varepsilon_x \cos^2 \alpha + \varepsilon_y \sin^2 \alpha \tag{19}$$



Sl. 6.

Promatrajući element **ab** = **ds** u njegovom nedeformiranom položaju i taj isti element u deformiranom položaju (sl. 6.) kao element a'b', koji je dilatirao i zaokrenuo se za kut γ, dolazimo do ovih jednakosti:

$$\left. \begin{aligned} \delta u &= \varepsilon \, ds \cos\alpha - (1 + \varepsilon) \, ds \, \gamma \sin\alpha \\ \delta v &= \varepsilon \, ds \sin\alpha + (1 + \varepsilon) \, ds \, \gamma \cos\alpha, \end{aligned} \right\} \tag{20}$$

a zamjenjujući $ds \cdot \cos\alpha = dx$ i $ds \cdot \sin\alpha = dy$ dobivamo ove izraze:

$$\delta u = \varepsilon dx - (1 + \varepsilon) \gamma dy$$
$$\delta v = \varepsilon dy + (1 + \varepsilon) \gamma dx,$$

odnosno:

$$\delta u = \varepsilon dx - \gamma dy - \varepsilon\gamma dy$$

$$\delta v = \varepsilon dy + \gamma dx + \varepsilon\gamma dx$$

Članovi $\varepsilon\gamma dy$ i $\varepsilon\gamma dx$ su male veličine višeg reda u uspoređenju s ostalim članovima u tim jednadžbama, pa zbog toga ih možemo zanemariti te ostaje:

$$\left.\begin{aligned}\delta u &= -\gamma dy + \varepsilon dx\\ \delta v &= \gamma dx + \varepsilon dy\end{aligned}\right\} \qquad (21)$$

Prvi član na desnoj strani u izrazu za **dv** je **identičan** izrazu (11). Član εdy prikazuje promjenu δv u zavisnosti od dilatacije. Vidi se, uz (21), da $\frac{\delta v}{\delta u}$ neće biti normalno na $\frac{dy}{dx}$, jer je

$$\frac{\delta v}{\delta u} = \frac{-\frac{dx}{dy} + \frac{\varepsilon}{\gamma}}{1 - \frac{\varepsilon}{\gamma} \cdot \frac{dx}{dy}} \qquad (22)$$

ali ako stavimo: $\frac{\varepsilon}{\gamma} = \operatorname{tg} \varkappa$,

onda je

$$\frac{\delta v}{\delta u} = \operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} + \alpha - \varkappa\right)$$

odnosno

$$\beta = \frac{\pi}{2} + \alpha - \varkappa,$$

gdje kut $\varkappa$ prikazuje otklon smjera vektora $\overline{b'_0 b'}$ (sl. 6) od ortogonalnog na **ds** smjera vektora $\overline{b'_1 b'}$, tj. prikazuje smjer netranslatornog dijela pomaka kraja elementa **ds.**

Postupajući kao u prethodnom slučaju, možemo napisati:

$$\delta v = \left(\gamma_0 - \int_0^s \frac{M dx}{EJ\cos\alpha}\right) dx + \varepsilon dy \qquad (23)$$

i

$$v = \int_0^\xi \left(\gamma_0 - \int_0^x \frac{M dx}{EJ\cos\alpha}\right) dx + \int_0^\eta \varepsilon dy \qquad (24)$$

Drugi integral na desnoj strani možemo prikazati i ovako:

$$\int_0^\eta \varepsilon dy = \int_0^\xi \varepsilon \operatorname{tg}\alpha\, dx,$$

no njegovo analitičko rješenje u pravilu neće biti izvedivo, pa će zbog toga formule (23) i (24) biti pristupačnije u diferencnom obliku, tj.

$$\Delta v_i = \Delta x_i \left(\gamma_0 - \sum_{j=1}^{i} \frac{M_j \Delta s_j}{EJ_j}\right) + \varepsilon_i \Delta y_i \qquad (25)$$

i

$$v_k = \sum_{i=1}^{k} \Delta v_i = \sum_{i=1}^{k} \Delta x_i \left(\gamma_0 - \sum_{j=1}^{i} \frac{M_j \Delta s_j}{EJ_j}\right) + \sum_{i=1}^{k} \varepsilon_i \Delta y_i \qquad (26)$$

Veličina dilatacije ε_i mora se odrediti u pojedinim presjecima.

Zaključak

Iako je međusobna zavisnost elastičnih pomaka na krajevima štapa davno poznata i konstatirana činjenica kod mnogih autora (na primjer K. Beyer, Die Statik in Eisenbetonban, Berlin, 1933), konzekvencije, koje izlaze iz te činjenice, koliko je nama poznato, nisu proširene na čitav sistem ni u smislu sastavljanja sistema uvjetnih jednadžbi, koje mogu olakšati operacije određivanja samih pomaka ili mogu poslužiti kao kontrole rezultata, ni u kinematičkom smislu za određivanje broja stepena slobode sistema (u odnosu na elastično gibanje sistema), a što je osobito važno pri ispitivanju osnovnih dinamičkih svojstava konstruktivnog sistema, i to kako u pripremnim statičkim radovima za sastavljanje diferencijalnih jednadžbi oscilacija koncentriranih masa, tako i u mogućnosti provođenja rješenja tih jednadžbi. Skoro jedina mogućnost dinamičkog ispitivanja poligonalnih štapnih konstrukcija (barem za sada) sastoji se u opterećenju silama inercije po D'Alembertovom principu, a u tom slučaju nastaje potreba za određivanjem $2(n-1)$, puta po $2(n-1)$ pomak, tj. svega $4(n-1)^2$ pomaka, gdje je **n** broj stranica odnosno $n-1$ je broj koncentriranih masa. Broj jediničnih pomaka od $4(n-1)^2$ se smanjuje primjenom Bettijevog teorema uzajamnosti za $\frac{(2n-3)+1}{1}(2n-3) = 2n^2 - 5n + 3$, ali ostaje još $(2n^2 - 3n + 1)$ pomaka, koji bi se morali odrediti Mohrovim postupkom; međutim primjenom ssitema uvjetnih jednadžbi taj broj se smanjuje na $\frac{(n-1)(n-2)}{2} = \frac{n^2 - 3n + 2}{2}$, a što je još važno da i broj stanja jedinčnih opterećenja se smanjuje od $2(n-1)$ na svega $n-2$, jer je to broj stepena slobode sistema. Na primjer, pri $n = 5$ umjesto osam opterećenja, a zajedno s tim i osam rješenja statički neodređenog sistema, trebamo izvršiti tri opterećenja i umjesto određivanja trideset i šest nepoznatih pomaka, treba odrediti svega šest pomaka.

No, prednost primjene sistema uvjetnih jednadžbi ne sastoji se samo u provođenju pripremnih radova za sastavljanje diferencijalnih jednadžbi oscilacija, već i u samoj provedbi rješenja tih jednadžbi, naime, smanjenjem broja stepena slobode smanjuje se i broj nezavisnih veličina, a prema tome smanjuje se i red determinante koja se mora razvijati u frekventnu jednadžbu. Ako se međusobna zavisnost pomaka ne uzima u obzir, onda se na kraju računskih operacija mora razvijati determinanta $2(n-1)$ reda, no ako se ta zavisnost uzima u obzir, onda se razvija determinanta $(n-2)$ reda.

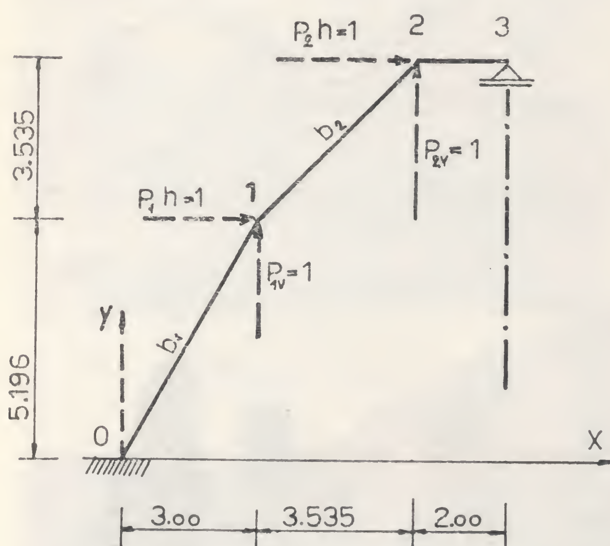
Kolika razlika u količini rada nastaje pri tome, ne treba objašnjavati. Pri malo većem **n** nastaju

čak i fizički nepremostive zapreke za provođenje rješenja.

Treba naglasiti i konzekventnost u provedbi rješenja problema. U vrlo mnogo slučajeva, odnosno skoro u pravilu statički koeficijenti tj. pomaci od opterećenja $P = 1$ određuju se ne uzimajući u obzir aksijalne pomake, no u tom slučaju i dinamički proračun mora se provesti uz istu pretpostavku, jer u protivnom slučaju prvo i drugo se neće odnositi na isti konstruktivni sistem.

Primjer

Za sistem na sl. 7. treba odrediti pomake vrhova 1, 2, 3 od opterećenja jediničnm silama, koje su crtkano naznačene.



Sl. 7.

$l_1 = 6{,}00$ m

$l_2 = 5{,}00$ m

$\frac{l_3}{2} = 2{,}00$ m

$\alpha_1 = 30^0$

$\alpha_2 = 45^0$

$F_1 = 50 \times 80$ cm²

$F_2 = 50 \times 70$ cm²

$F_3 = 50 \times 60$ cm²

$E = 3 \cdot 10^5$ kg/cm²

Sistem ima četiri komponente pomaka jer je uvijek horizontalni pomak čvora 3 jednak horizontalnom pomaku čvora 2, a postoje dvije uvjetne jednadžbe za stranice l_1 i l_2.

O p t e r e ć e n j e s i l o m $P_{lv} = 1$

$$v_{11} = 1{,}108 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$v_{21} = 0{,}884 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Prva uvjetna jednadžba:

$$\Delta x_1 (u'_{11} + \Delta y_1 v_{11}) = 0$$

daje:

$$u'_{11} = -\frac{\Delta y_1}{\Delta x_1} v_{11} = -\frac{5{,}196}{3{,}000} \cdot$$

$$\cdot 1{,}108 \cdot 10^{-4} = -1{,}919 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Druga uvjetna jednadžba daje:

$$\Delta x_2 (u'_{21} - u'_{11}) + \Delta y_2 (v_{21} - v_{11}) = 0$$

$$u'_{21} = -(v_{21} - v_{11}) \frac{\Delta y_2}{\Delta x_2} + u'_{11}$$

$$u'_{21} = 0{,}224 \cdot 1_0^{-4} \cdot \frac{3{,}535}{3{,}535} -$$

$$-1{,}919 \cdot 10^{-4} = 1{,}695 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

Za kontrolu određene su tražene veličine neposredno:

$$u'_{11} = -1{,}919 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$u'_{21} = -1{,}695 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

O p t e r e ć e n j e s i l o m $P_{lh} = 1$

Po zakonu uzajamnosti je $v'_{11} = -1{,}919 \cdot 10^{-4}$ m

Neposredno određeno je $u_{21} = 2{,}935 \cdot 10^{-4}$ m

Prva uvjetna jednadžba daje $u_{11} = 3{,}324 \cdot 10^{-4}$ m

Druga uvjetna jednadžba daje $v'_{21} = -1{,}530 \cdot 10^{-4}$ m

Kontrolno neposredno određivanje daje iste veličine u_{11} i v'_{21}

O p t e r e ć e n j e s i l o m $P_{2v} = 1$

Po zakonu uzajamnosti je $v_{12} = 0{,}884 \cdot 10^{-4}$ m

$u'_{12} = -1{,}530 \cdot 10^{-4}$ m

Prva uvjetna jednadžba daje već određene veličine, zato ovdje treba odrediti neposredno još jedan pomak, a to je $v_{22} = 1{,}394 \cdot 10^{-4}$ m

Ddruga uvjetna jednadžba daje $u'_{22} = -2{,}040 \cdot 10^{-4}$ m

Kontrolno neposredno određivanje daje $(u'_{22} = -2{,}044 \cdot 10^{-4}$ m)

O p t e r e ć e n j e s i l o m $P_{2h} = 1$

Po zakonu uzajamnosti imamo: $v'_{12} = -1{,}695 \cdot 10^{-4}$ m

$u_{12} = 2.935 \cdot 10^{-4}$ m

$v'_{22} = -2{,}040 \cdot 10^{-4}$ m

Druga uvjetna jednadžba daje $u_{22} = 3{,}280 \cdot 10^{-4}$ m

Neposredno kontrolno određivanje daje $(u_{22} = 3{,}284 \cdot 10^{-4}$ m)

MOSTOVI STAROG DUBROVNIKA

GRAĐA IZ POVIJESTI MOSTOVA

Kruno Tonković, Zagreb

Između mnogih značajnih mostova, koje posjeduje naša zemlja, posebno mjesto zauzimaju tri stara kamena mosta koji se nalaze u Dubrovniku a potječu iz 15. stoljeća.

Ti mostovi, izgrađeni u sklopu dubrovačkih utvrđenja, premda su danas stari oko 500 godina, izvrsno su očuvani. Nisu to veliki objekti, ali su veoma bogato i profinjeno razvedeni u profilima te odlično izvedeni. Naročito su interesantne njihove kamene ograde, koje su na dva mosta sačuvane u izvornom obliku. Možemo reći, da su to najbrižljivije izrađeni stari mostovi kod nas, koji su — uz Sinanov most u Višegradu — zaista uzorna djela. Oni nam pokazuju kako je ispravno uložiti dovoljno truda i sredstava u takve objekte koji traju stoljećima; objekte s kojima se stoga generacijama služi ogroman broj ljudi.



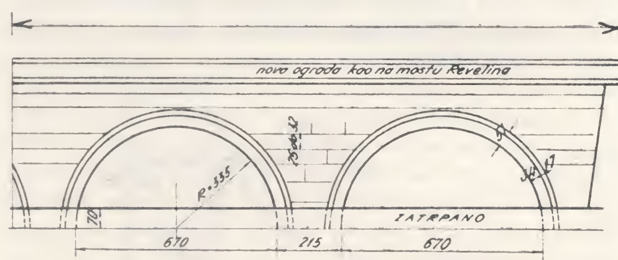
Sl. 1: Pogled na sadašnje stanje mosta u Pilama

1. Most na Vratima od Pila

Prvi kameni most pred Vratima od Pila na zapadnoj strani dubrovačkih zidina gradio je Ivan iz Siene (Giovanni da Siena) 1397. godine. Taj je most imao samo jedan otvor te je, izgleda, bio sličan današnjem mostu kod utvrde Revelin, o kojem govorimo kasnije. Kad je godine 1471. bio proširivan gradski jarak, sagrađen je današnji kameni most prema projektu Paskoja Miličevića. Taj je objekt imao tri otvora, promjera po 6,7 m premoštena svodovima polukružnog oblika. Na slici vidimo most u pogledu, te ostale detalje koji su za njega karakteristični.

Prvotna kamena ograda mosta bila je prije Prvog svjetskog rata zamijenjena s pojedinačnim kamenim stupcima i nemirnom gvozdenom ogradom. Oblikovne težnje autora te ograde očigledno nisu bile tako skromne kao postignuti rezultat.

Godine 1959. ponovno je postavljena kamena ograda, koja je izrađena tačno prema ogradi mosta kod Revelina. Oblikovno bi možda bilo povoljnije, da je nova ograda izvedena jednaka ogradi mosta

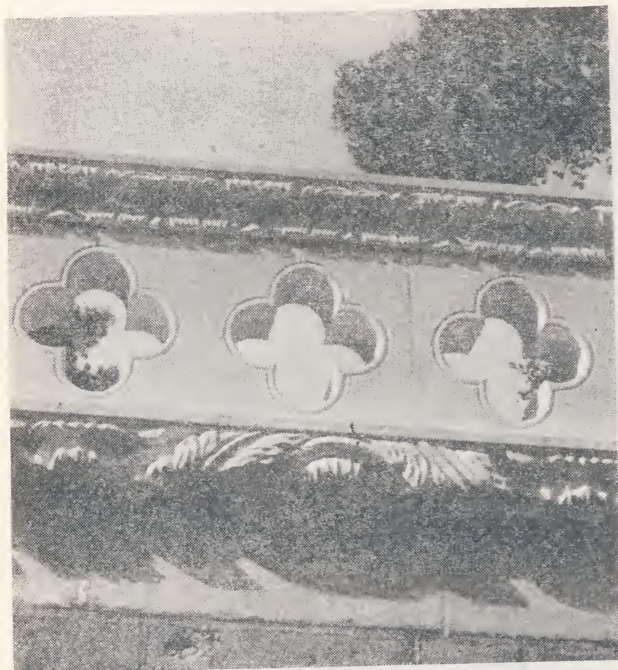


Sl. 2: Crtež mosta u Pilama (pogled prema moru)

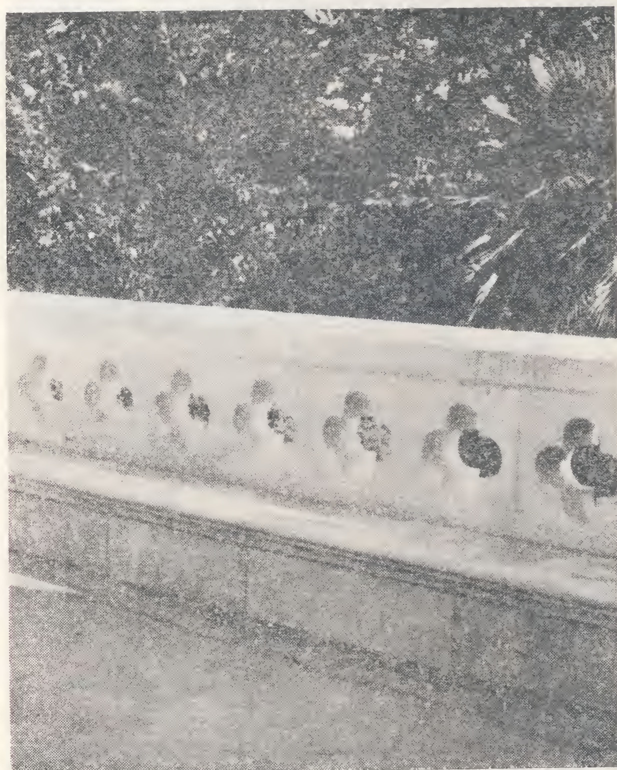


Sl. 3: Pogled na Vrata od Pila s gvozdenom ogradom na mostu

na Vratima od Ploča. Danas nije bilo potrebno postavljati kamena sjedala uz tu ogradu, jer je promet na tom mjestu veoma živ te most više nije podesno mjesto za odmaranje. Novu, uzorno



Sl. 4: Detalj nove ograde mosta u Pilama (pogled izvana)



Sl. 5: Detalj nove ograde mosta u Pilama (pogled iznutra)

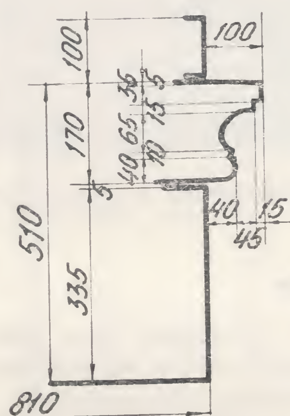
lijepo izvedenu ogradu postavilo je Društvo prijatelja dubrovačke starine.

Svodovi toga mosta izrađeni su od sedre. Čela svodova izvedena su od gustog vapnenca, a provi-đena su istaknutim vijencem. I stupovi mosta imaju na svojoj glavi vijenac.

Godine 1533. do 1537. bio je na mostu porušen treći svod, jer su Vrata od Pila bila prerađena u sadašnji oblik. Umjesto trećeg svoda izrađen je tada drveni pokretni dio mosta, koji je i danas zadržan u tom izgledu. Na stupu uz drveni dio mosta vide se još ostaci trećeg svoda. Po različitoj obradi ploha kamenova možemo također primijetiti, da su neki dijelovi postavljeni kasnije.

NA SVODOVIMA

NA STUPOVIMA





Sl. 6: Crteži vijenca na mostu u Pilama

U sadašnjem stanju donji je dio mosta zatrpan, pa se ne mogu vidjeti niti potpuni svodovi.



Sl. 7: Pogled na detalje mosta u Pilama

Prijašnji je gradski obrambeni jarak pretvoren u šetalište, bogato zasađeno raslinjem, pa nije za očekivati, da će doskora donji dio mosta biti toliko otkopan, da bi se moglo vidjeti čitav most sa stupovima.

Prvotna je niveleta mosta izgleda bila vodoravna, jer je tako izveden vijenac i ograda, no sada je kolnik u padu od kojih 3%. To je učinjeno vjerojatno stoga, da se omogući ulaz vozila u grad.

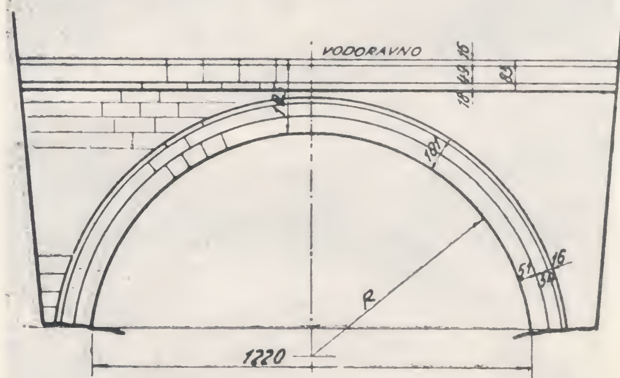


Sl. 8: Pogled na mostove Revelina: unutarnji most(lijevi na slici) ili most pod Revelinom, vanjski most (desni na slici) ili most na Vratima od Ploča

2. Most kod utvrde Revelin

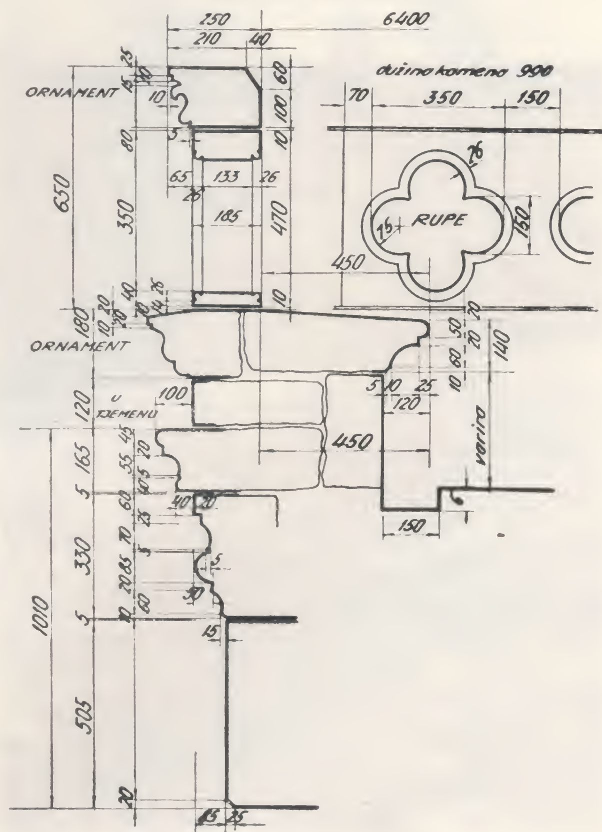
Podno utvrde Revelin, na istočnoj strani grada, s unutarnje strane zgrade nalazi se stari kameni most s jednim otvorom.

S druge strane te utvrde nalazi se most, koji nazivamo mostom na Vratima od Ploča. Unutarnji most ili (tako ga nazivamo) most Revelin sagradili su 1449. do 1450. godine domaći majstori; uzor im je bio prvi most na Vratima od Pila. I svod je ovog mosta izveden od sedre, a čela svoda od gustog vapnenca. Ograda je na mostu bogato ukrašena i veoma efektna. S unutarnje je strane dodano ogradi kameno sjedalo.



Sl. 9: Crtež mosta kod Revelina

Finoća oblika i dimenzija profilacija na ogradi i vijencima toga mosta prikazana je na posebnoj skici.



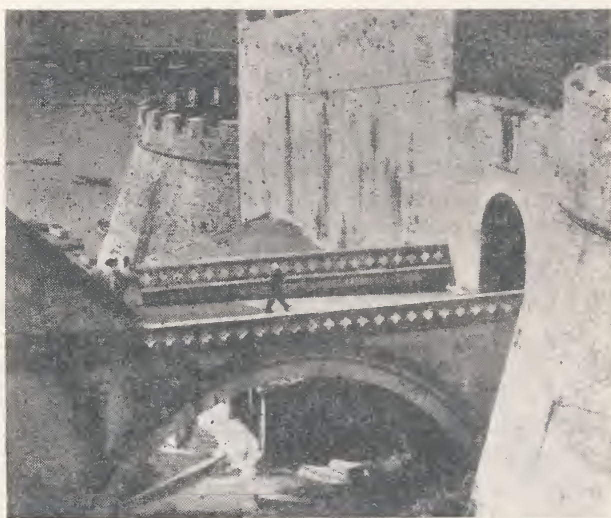
Sl. 10: Detalji mosta kod Revelina

Intrados svoda je polukružan, centar kružnice nalazi se ispod sadašnjeg terena. Na gornjoj plohi tla otvor je širok 12,2 m. Na licu je svod debeo 101 cm, a ukrašen je s dvostrukim vijencem, sitno



Sl. 11: Pogled na ogradu s unutarnje strane

razvedenim u profilu. Na vijencu ograde i vrhu čeonog zida isklesani su u kamenu ornamenti u obliku listova.



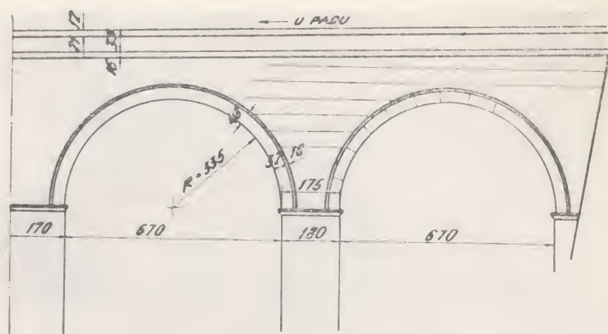
Sl. 12: Pogled na most kod Revelina

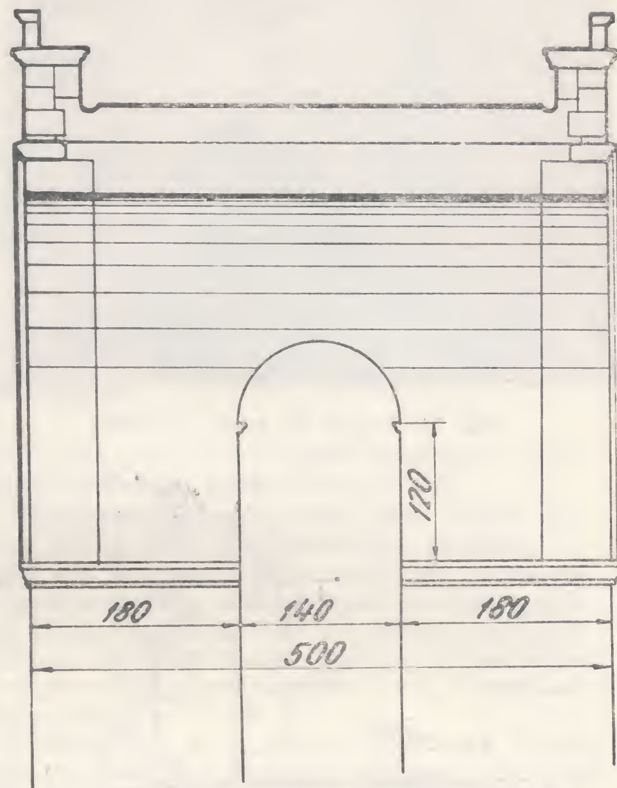
Na slikama vidimo i otvor s polukružnim svodom kroz kojeg se s mosta prolazi u unutrašnjost starog Dubrovnika.

Pogled na most iz luke prema utvrdi zaklonjen je jednim dijelom jednom prilično velikom šupom. Bilo bi poželjno da se ona ukloni i da se dolično uredi čitav prostor ispod toga mosta, koji je po svojim finim detaljima najdotjeraniji most, koji kod nas uopće postoji.

3. Most na Vratima od Ploča

Na istočnoj strani dubrovačkih utvrda, pred vratima od Ploča, nalazi se treći kameni stari most izgrađen negdje sredinom 15. stoljeća po domaćim majstorima. Most je izveden u svemu po uzoru na mostove u Pilama i prvi most pod Revelinom, koji su tada već postojali.



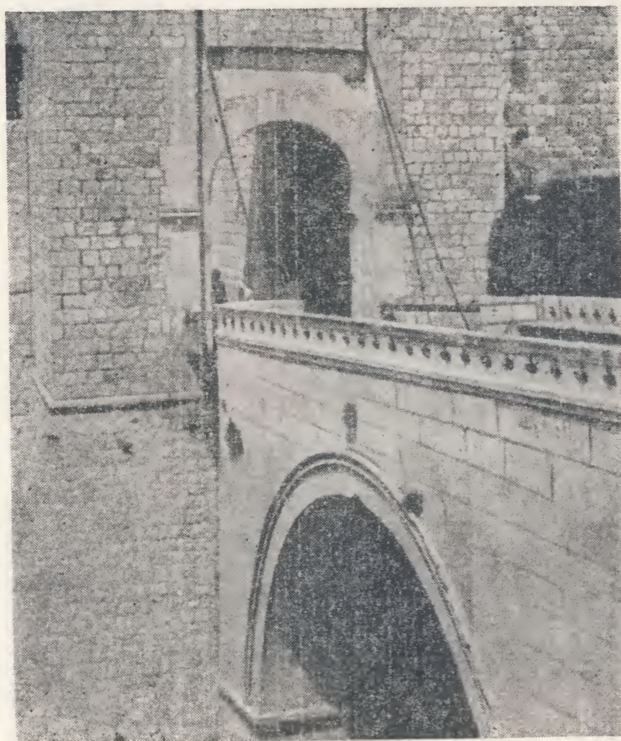


Sl. 13: Crtež mosta na vratima od Ploča

Taj most imade dva kamena otvora kao danas most na Pilama, također s otvorima veličine 6,7 m. Između drugog otvora i gradskih zidina nalazi se i ovdje drveni dio, koji je bio izrađen tako da se mogao podizati, te bolje zatvoriti gradska vrata.

Svodovi su mosta polukružni, podignuti na visokim stupovima, koji su svojedobno bili zatrpani, ali su poslije rata otkopani, tako da se most vidi mnogo bolje nego onaj na Pilama.

Svodovi su izgrađeni od sedre, a lice svoda od gustog vapnenca. Zanimljivo je, da su stupovi izvedeni po širini mosta u dva samostalna dijela te je kamena konstrukcija mosta spojena tek u gornjim dijelovima svodova. Tako stupovi u presjeku na glavi imaju dimenzije: dva puta po 180 × 180 cm, a razmak između oba dijela iznosi 140 cm.

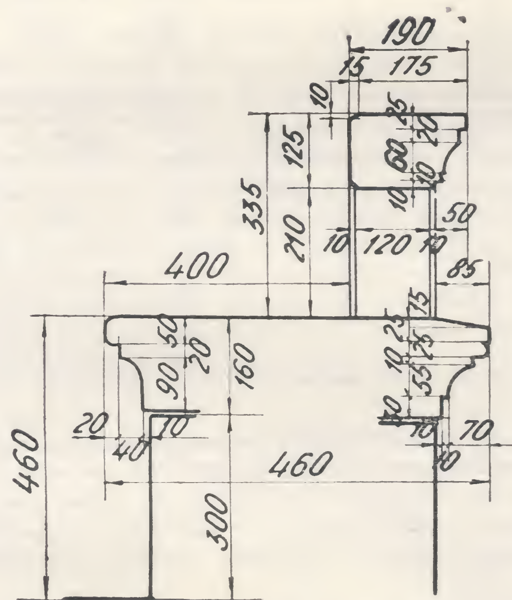


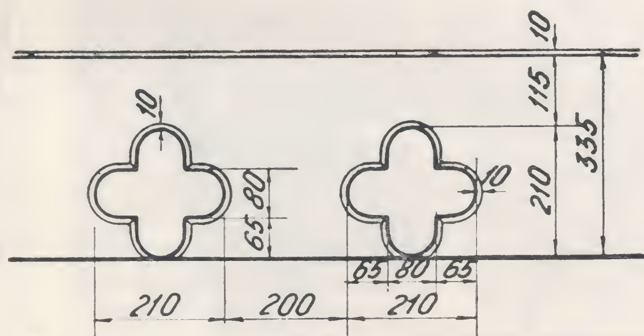
Sl. 14: Pogled na Vrata od Ploča

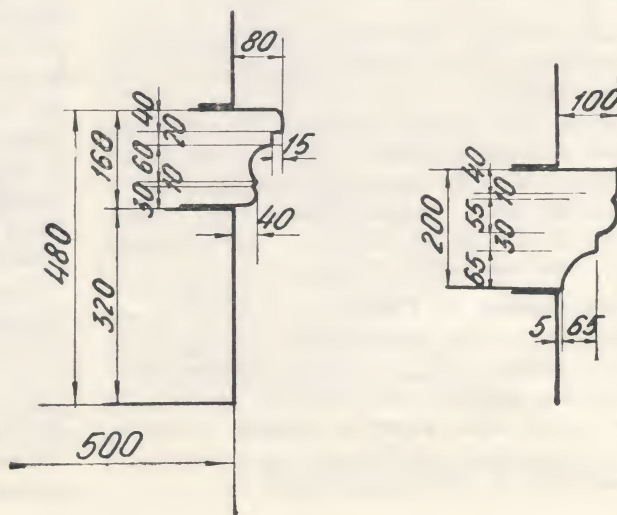


Sl. 15: Pogled na svodove mosta na Pločama

Kamena ograda ovog mosta sačuvana je u izvornom obliku; ona je dosta niža od ograde mosta pod Revelinom, ali je inače izrađena u jednakoj maniri. S unutrašnje strane je kameno sjedalo široko 40 cm, tako da gornji dio ograde služi kao naslon. Taj je dio također providen otvorima četverolisnog oblika. Ograda imade s vanjske

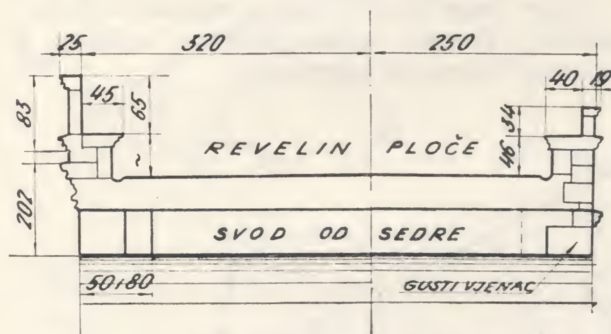






Sl. 16: Detalji mosta na Vratima od Ploča

strane gornji i donji profilirani vijenac. Profili su ovdje jednostavniji i manje razvedeni nego na ogradi pod Revelinom. Na crtežu je prikazan presjek jednog i drugog mosta tako da se u tom smislu mogu usporediti oba objekta međusobno. Premda su vijenci i ograda na mostu u Pločama



Sl. 17: Poprečni presjeci mostova kod Revelina

manji, pogriješili bismo da te elemente smatramo manjevrijednim, od onih većih i bogatije reljefnih.

Priložene ilustracije daju uvid u vrijednost tih po dimenzijama malenih, ali veoma vrijednih historijskih objekata, koji su stariji od ostalih starih naših mostova iz Srednjeg vijeka. Bilo bi zanimljivo istražiti u kojoj su mjeri ti mostovi sami po sebi originalni, ali još više kolika je i kakva veza postojala između građenja kamenih mostova s kojima su ovladali dubrovački majstori te mostova koji su bili nešto kasnije građeni u ostalim krajevima naše zemlje, poglavito Hercegovini i Bosni (Trebinje, Mostar, Višegrad i dr.). Iz povijesnih podataka poznato je na primjer, da su dubrovački majstori sudjelovali na nekim gradnjama u Hercegovini još u 14. stoljeću.

Napomena: Povijesni podaci crpeni su osobito iz djela: Beritić »Dubrovačke zidine«. Fotografije i crteže snimio je pisac članka.

MEHANIKA STENE I TEORIJA GRANIČNE RAVNOTEŽE

Dr Petar **Anagnosti**, Beograd

1. Uvod

Mehanika stene se nalazi u stadiju razvoja kada je postavljanje pogodnih teorijskih shema neophodan uslov za daljnji njen razvoj.

Do sada se uglavnom koriste sheme elastičnog materijala ili zemljanog materijala (zrnastog), koje nisu dovoljne da se unapredi postojeća metodika merenja i interpretacija rezultata.

Izvesna sličnost problema mehanike stene i mehanike tla, povlači primenu mnogih rešenja teorije granične ravnoteže, ali se pri tome mora uvek voditi računa o osnovnim razlikama u svojstvima sredine koju proučava mehanika stene i sredine koju proučava mehanika tla.

Ipak se u obe oblasti mogu postaviti dva slična problema:

— određivanje deformacija pri radnom stanju napona, i

— određivanje napona pri onom stanju deformacija koje možemo da smatramo lomom.

Zakoni veze napona i deformacija u ovim problemima ne moraju imati isti oblik, tj. za svaki problem posebno se mogu postaviti međusobno različite računske sheme.

2. Defincija sredine

Kod mehanike stene se javlja poseban problem definisanja sredine, i to kao kontinualne i diskontinualne (prekidne). Od karaktera i stepena izdeljenosti stenske mase tj. pravca pukotina, brojnosti, razmaka i veličine i odnosa tih elemenata prema veštačkom objektu (temelj, građevina, iskop, kosina itd.) u toj sredini zavisi usvajanje, tj. definisanje sredine na jedan ili drugi način.

Trivijalan primer potpornog zida u zaseku može da posluži kao ilustracija iznetog problema. Za odnos d/h koji je »dovoljno mali« (sl. 1-a) može se sredina smatrati kontinualnom, a za odnos d/h koji je »dovoljno velik« (sl. 1-b) problem se mora rešavati i za diskontinualnu sredinu, tj. posmatranjem stenskih blokova kao krutih tela u međusobnoj interakciji.

Slučajevi gde se ne može lako odrediti — odlučiti za tretman su svakako najsloženiji, ali takvih problema ima i u ostalim oblastima inženjerske delatnosti.

Problemi deformacija pri radnom stanju napona u mehanici stene se najčešće rešavaju na osnovu teorije elastičnosti u izotropnom ili anizotropnom prostoru (poluprostoru). Postojanje ireverzibilnih deformacija u mnogome otežava rešavanje, a neodređenost početnog naponskog stanja može kompromitovati mnoge računske rezultate. Početno naponsko stanje je često prouzrokovano prethodnim geološkim procesima i izvršenim deformacijama stenskih masa.

3. Stanje granične ravnoteže

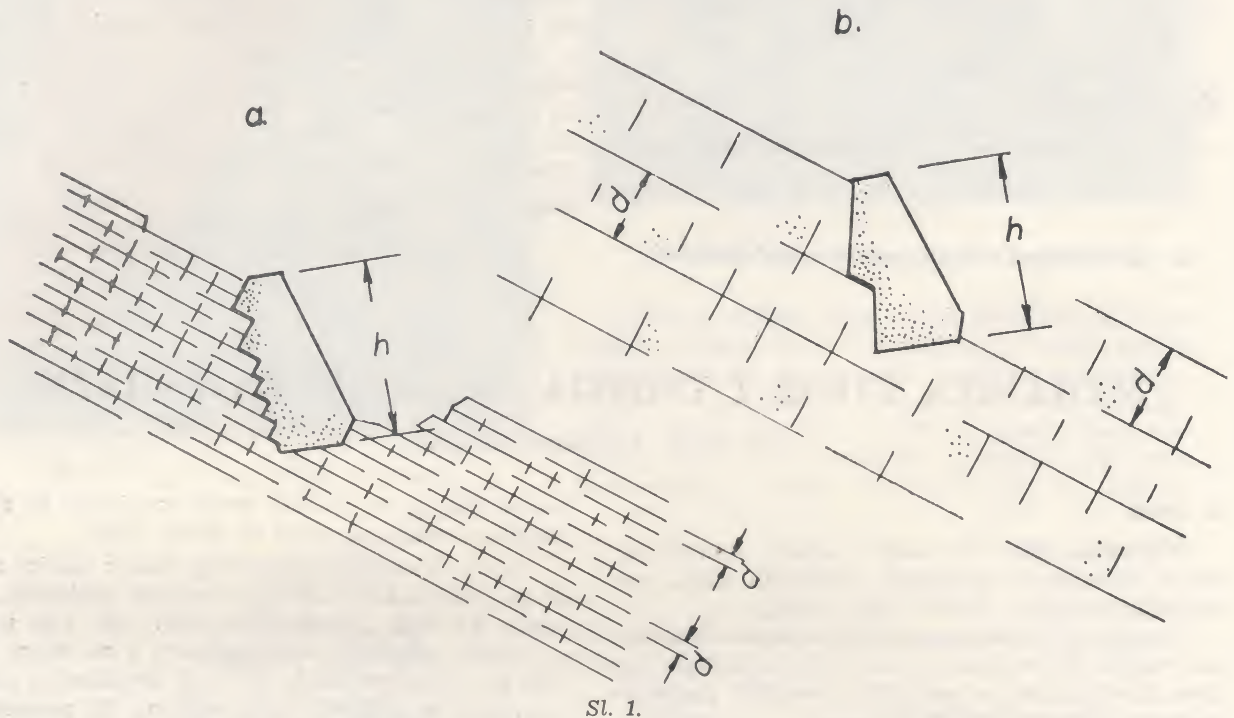
Naponsko stanje neposredno pred nastajanje velikih deformacija označićemo kao granično stanje ravnoteže u razmatranoj sredini. Pri daljnjem izlaganju pretpostavljaće se kontinualna sredina, ali za razliku od mehanike tla gde se sredina uglavnom smatra izotropnom, ovde je sredina izrazito anizotropna. Anizotropija stenske mase nastaje kao posledica mehaničkih i fizičkih uticaja u pro-

cesu formiranja stenske formacije. Karakteristični parametri anizotropije stena određuju se relativno nepreciznim metodama geofizike, geotehnike i sl. Podaci koji se tom prilikom dobijaju su većinom kvalitativne prirode, i moramo ih interpretirati s velikom opreznošću i umešnošću.

Najveći uticaj na karakter anizotropije imaju pukotinski sistemi, te se njihova priroda mora dobro poznavati. Pogodan način za određivanje opšteg karaktera pukotinskih sistema je predložio L. Mueller /1933. i 1958.) jer pored ustaljenog konturnog dijagrama (pružanja, padova i učestalosti pukotina) uvodi pojmove međusobnog razmaka pukotina i recipročne vrednosti razmaka $k = \frac{1}{d}$ koja označava broj registrovanih pukotina na jedinici dužine mereno u pravcu upravnom na pravac pružanja pukotina. Također je uveo i pojam stepena proširenosti pukotine u pukotinskoj ravni odnosom $\varkappa = \frac{K}{A}$ gde je A ukupna površina preseka u ravni pukotine, a K efektivna površina pukotine.

Temeljno studiranje pukotinskih sistema je neophodno zato što ispucalost smanjuje čvrstoću monolitne stene 10 do 100 i više puta. Jedan detaljan pregled sistema za karakterisanje pukotina je izložen u radu K. W. Johna (naveden u bibliografiji).

Uslov loma (plastičnosti) za monolitnu stenu u području glavnih napona pritisaka ispitivan je ogledom triaksialne kompresije.



Sl. 1.

Ispitivanja su vršili Von Karman (1911.) i Böker (1915.) na belom Carrara mermeru.

Podaci koji karakterišu ove opite dati su u tabeli vrednosti glavnih napona pri slomu cilindričnog uzorka.

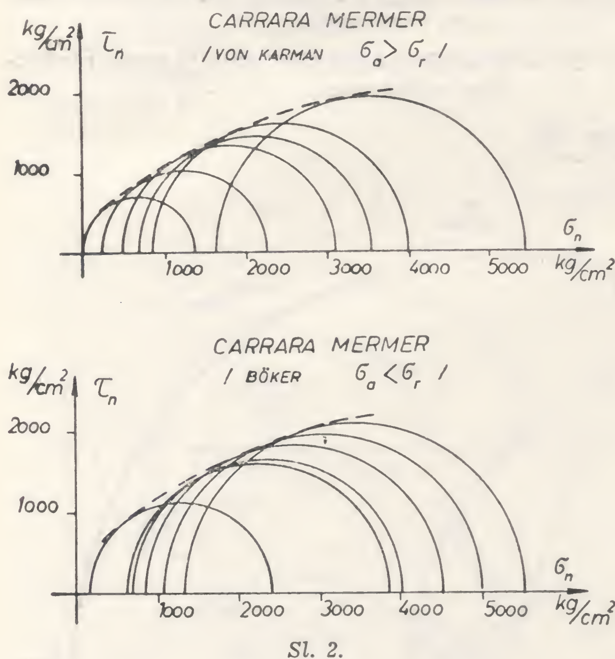
Von Karman je vršio ispitivanja na cilindričnom uzorku povećavajući aksijalni napon σ_1, a održavajući konstantan pritisak u ćeliji na zidove uzorka ($\sigma_2 = \sigma_3$).

Böker je u istom opitu održavao konstantnim aksijalni napon σ_1, a povećavao pritisak u ćeliji do loma uzorka.

TABELA MERNIH NAPONA

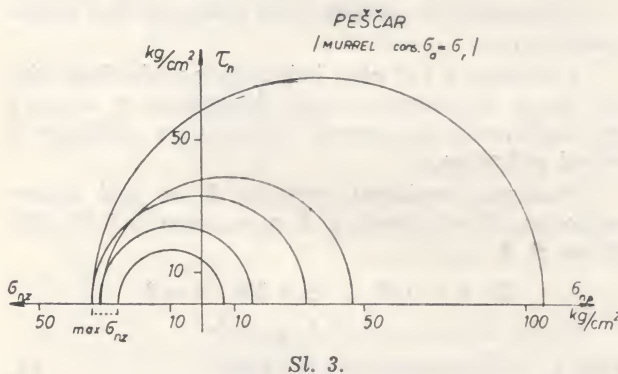
Von Karman								
$\sigma_2 = \sigma_3$	σ_1	kg/cm²	1360	2335	3150	3556	4055	5550
$\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$	$\sigma_2 = \sigma_3$	kg/cm²	0	235	500	685	845	1650
Böker								
$\sigma_2 = \sigma_3 > \sigma_1$	$\sigma_2 = \sigma_3$		2420	3850	3955	4510	5020	5480
σ_1	σ_1		150	595	665	850	1080	1320

Odgovarajući dijagrami (σ_n, τ_n) su dati na sl. 2, gde se Mohrova anvelopa nalazi u području gde su sva tri glavna napona pritisci.



Sl. 2.

Mohrova teorija loma ne može se, međutim, primeniti na području gde se javljaju naponi zatezanja, i gde se lom odvija prema kriterijumu max. napona zatezanja.



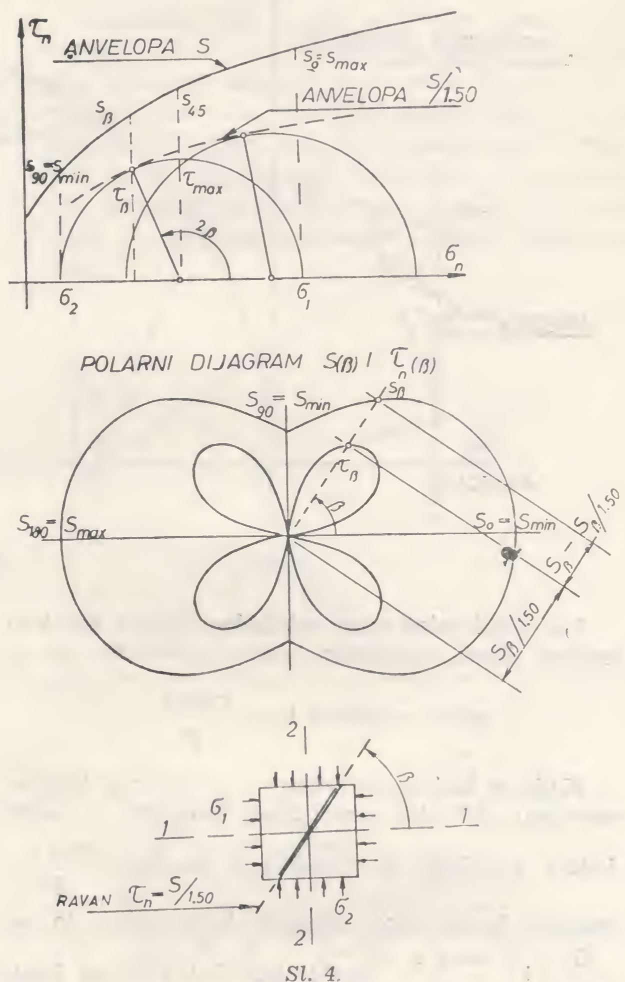
Sl. 3.

Opite koje je izvršio Murrell (1960.) u ovom području napona dati su na sl. 3, na osnovu podataka u ovoj tabeli:

Murrell					
$\sigma_2 = \sigma_3$ (pritisak) kg/cm²	6	15,8	31,3	45,6	105,2
σ_1 (zatezanje) kg/cm²	25,6	31,6	33,8	31,6	34

Iz napred iznetih rezultata se vidi da glavni napon zatezanja pri lomu varira u malim granicama pri veoma različitim vrednostima ostalih glavnih napona.

Za utvrđivanje odnosa nekog naponskog stanja prema graničnom stanju ravnoteže usvojen je pojam »količnik čvrstoće« koji predstavlja odnos glavnih normalnih napona zatezanja ili smičućih napona pri stanju loma i pri radnom stanju napona. Na polarnom dijagramu se mogu pregledno pokazati ovi odnosi u različitim ravnima. Polarni dijagram se konstruiše nanošenjem vrednosti napona smicanja u pravcu ravni, gde se zato naponsko stanje ovaj napon ostvaruje.



Sl. 4.

Na sl. 4 je prikazan polarni dijagram i količnik čvrstoće definisan odnosom $\frac{S}{\tau_n}$ u domenu $\sigma_2 \leqq \sigma_n \leqq \sigma_1$. Vrednost količnika čvrstoće zavisi od promene S u zavisnosti od σ_n, tj. posmatrane ravni i od promene τ_n u raznim ravnima uočene tačke. Na ovaj način dobija se mera čvrstoće u tački sredine, a ne dobija se jasna predstava o stepenu sigurnosti u odnosu na granično stanje ravnoteže u celoj sredini, zato je od interesa dobijanje anvelope Mohrovih krugova napona koji imaju jednak »količnik čvrstoće«.

Za homgenu sredinu se može anvelopa utvrditi bez korišćenja polarnog dijagrama, direktnim od-

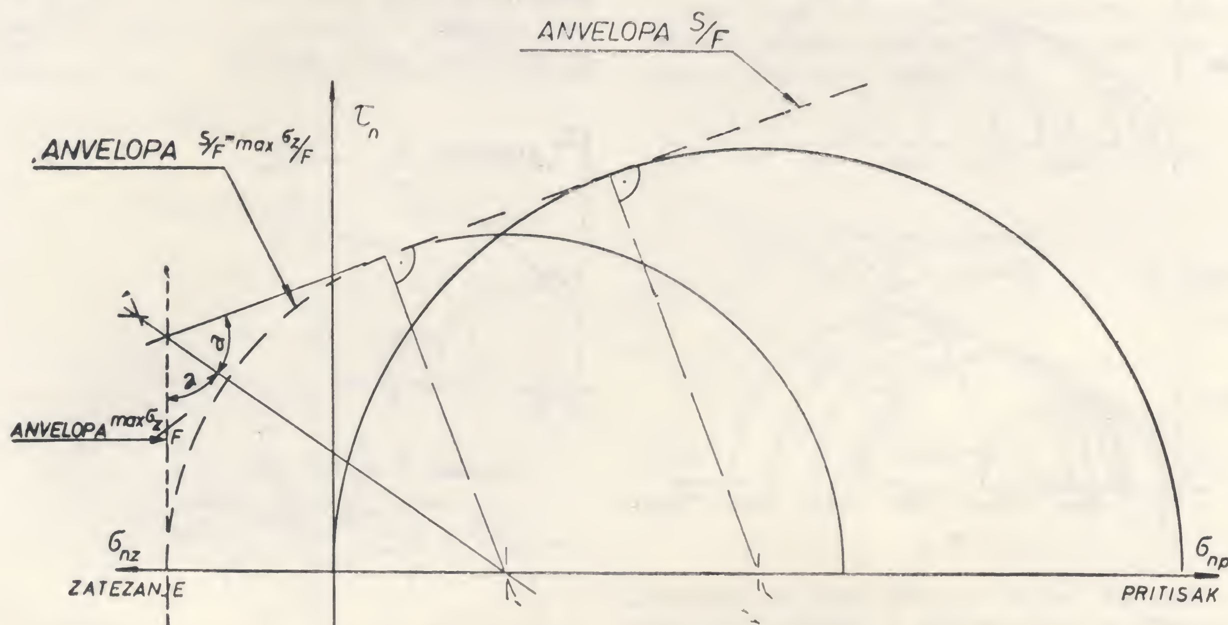
ređivanjem tačaka na Mohrovim krugovima napona koji zadovoljavaju neki stalan odnos $\frac{S}{\tau_n}$

Za naponsko stanje s naponima zatezanja može se postaviti sličan kriterijum za zatežuće napone. Konstrukcija anvelope u ovom domenu data je na sl. 5.

S — max napon smicanja u posmatranoj ravni, za slučaj graničnog stanja ravnoteže u monolitnoj steni

φ — ugao trenja na površin gde je stena pukotinom razdvojena

c — kohezija na površini gdje je stena razdvojena pukotinom.



Sl. 5.

Usvojivši uslov max. zatežućeg napona kao kriterijum loma, dobijamo pravu paralelnu sa τ_n osom označenu kao $\frac{\max \sigma_z}{F}$

Kada sa Mohrovog kruga za $\sigma_2 = 0$, koji tangira anvelopu S/F (β) produžimo tangentu u tački dodira anvelope do preseka s pravom $\frac{\max \sigma_z}{F}$ možemo konstruisati Mohrov krug tako, da su $\frac{S}{F(\beta)}$ i $\frac{\max \sigma_z}{F}$ međusobno jednaki; taj krug sada definiše anvelopu u mešovitom području.

Prema napred iznetom se vidi, da stanje granične ravnoteže za neprekidnu izotropnu sredinu nema principijelnih razlika za Coulomb—Mohrov materijal i monolitnu stenu.

Uslov loma (plastičnosti) za anizotropnu stensku sredinu možemo usvojiti u obliku

$$\max \tau_n = \varkappa (\sigma_n \cdot \mathrm{tg}\varphi + c) + (1 - \varkappa) \cdot S \qquad 3.1$$

gde je

$\varkappa$ — koeficijent koji određuje odnos ukupne površine preseka u pukotinskoj ravni prema onom delu preseka gde stena nije razdvojena (monolitna masa)

Jednačina 3.1. se odnosi na smicanje duž pukotinske ravni.

Vrednosti φ i C nisu jednoznačno određene ako se javlja krivolinski oblik dijagrama $\tau_n = \tau_n(\sigma_n)$ pri ispitivanju parametra čvrstoće na smicanje u ravni pukotine.

Promena vrednosti čvrstoće S za dati sistem pukotina, koeficijenat $\varkappa$, i parametre φ i C data je na sl. 6

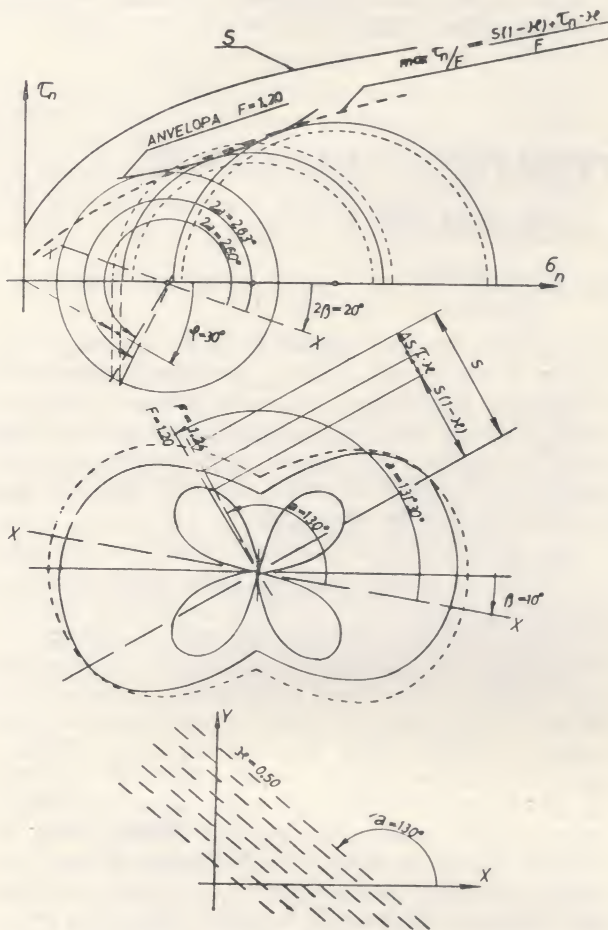
Za $\varkappa = 0{,}50$ $\quad \varphi = 30^0$ $\quad c = 0$

U tom slučaju izraz 3.1. postaje

$$\max \tau_n = \sigma_n \cdot \mathrm{tg}\, 30^0 \cdot 0{,}50 + S \cdot 0{,}50 \qquad 3.2.$$

posmatrano u ravni pukotinskog sistema. Ako učinimo pretpostavku da se uticaj pukotinskog sistema ne manifestuje u ravnima koji stoje upravno na ravan pukotinskog sistema, onda se vrednost $\max\tau_n$ može interpolirati između vrednosti date jednačinom 3.2. i vrednosti S u ravni upravnoj na ravan pukotinskog sistema. Na sl. 6 je konstruisan ovaj polarni dijagram sa ugaonom linearnom promenom $\max\tau_n$ od najmanje vrednosti definisane jedn. 3.2. do najveće vrednosti u ravni upravnoj na ravan pukotinskog sistema. Sada kada se traži najnepovoljniji odnos $F = \frac{\max\tau_n}{\tau_n}$ on se nalazi u ravni pod uglom $\sim 131^0 30'$ prema $\varkappa$ osi u vrednosti min $F(\beta) = 1{,}20$. Ovime je definisana nova ra-

van kao i novi količnik čvrstoće. Od interesa je podvući da min F ne mora se javiti u ravni pukotinskog sistema ,i da se anvelopa Mohrovih krugova istog F ne poklapa s krivom koja se dobija izrazom $\frac{\max\tau_n}{F}$ u dijagramu (τ_n, σ_n), kao što je to dato na sl. 6.



Sl. 6.

Za dva pukotinska sistema predstavljena na sl. 7 postupak se ponavlja dva puta, te se dobija polarni dijagram koji u sebi sadrži uticaj oba sistema pukotina, čiji su elementi dati na sl. 7. Kao rezultat se dobija min F(β) = 1.10 za ugao β = 71°.

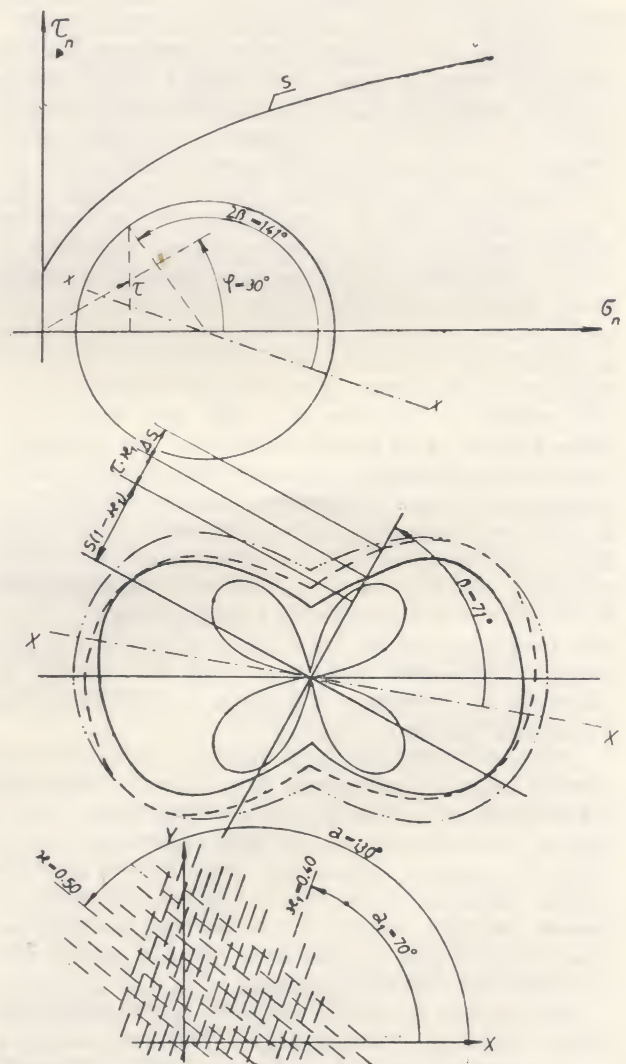
Kako je definisan odnos $\frac{\max\tau_n}{\tau_n}$ i ravan gde se on javlja, mogu se konstruisati odgovarajući Mohrovi krugovi napona i njihova anvelopa, na analogan način kao i za izotropnu sredinu.

4. Zaključak

Opisani postupak daje osnovu za analizu graničnog stanja ravnoteže u uslojenoj anizotropnoj sredini, koja predstavlja najpribližniju shemu za stenske mase. Metoda koja je izložena analogna je metodama koje se koriste u izotropnoj sredini a zahteva poznavanje osnovnih elemenata kojima se uslov granične ravnoteže definiše (φ, C, S).

Za razliku od postupka koji je opisan u radu R. W. Johna, uslov loma je posebno definisan za oblast zatežućih napona, preko odnosa glavnih napona a posebno za oblast glavnih napona pritiska, preko odnosa napona smicanja, što je u saglasnosti s ponašanjem monolitnih stena.

Praktičan kriterij koji se dobija konstrukcijom anvelope Mohrovih krugova sa nekim koeficijentom sigurnosti nije bio dat u radu K. .W Johna, a način određivanja vrednosti $\max\tau_n$ van ravni pukotinskog sistema, kako je označen na crtežima u radu K. W. Johna, nije prihvatljiv, jer pretpostavlja skokovitu promenu S od $\max\tau_n$ do pune vrednosti u ravnima neposredno pored pukotinske ravni.



Sl. 7.

Logičniji je linearan prelaz od max τ_n u pukotinskoj ravni do S u ravni upravnoj na pukotinski sistem, kao što je dato na sl. 6 i sl. 7.

Može se napomenuti, da problemi čvrstoće ispucalih ili uslojenih glina, koje imaju stoga anizotropna svojstva čvrstoće, mogu da se analiziraju na analogan način, s tim da anvelopa monolitne mase postaje prava.

BIBLIOGRTFIJA

1. An Approach to Rock Mechanics.
   Klaus W. John, PASCE V, 88 No. SM4, August 1962
2. A criterion for brittle fracture of rocks and concrete under triaxial stresses, and the effect of pore pressure on the criterion.
   S. A. F. Murrel Proceedings of the Fifth Symposium on Rock Mechanics. University of Minnesota, May 1962.

PRITISAK ZASTORA NA PODLOGU I ULEGANJE ŽELJEZNIČKOG KOLOSIJEKA

Ing. Dane Šikić, Zagreb

1. Uvod

Danas možemo sa sigurnošću tvrditi da razvitak željezničkog prometa uslovljava sve veći naučno-istraživački rad i njegovo povezivanje sa svakodnevnom praksom, pa su ispitivanja i mjerenja kolosijeka postala nužnost. Suvremnea ispitivanja i mjerenja kolosijeka govore nam o titranju, svojstvima uleganja, djelovanju napadajućih sila na zastor i nosivu podlogu i stabilnosti kolosijeka uopće. Upravo zato je i razumljivo što je Društvo srednjeevropskih željezničkih uprava poduzelo i uložilo ogromne napore da bi se ustanovio jedinstven proračun gornjeg stroja i pronašao tzv. temeljni broj za proračun. U tu svrhu primijenjeno je specijalno mjerače vozilo Holandskih državnih željeznica i izmjereno je na hiljade ulegnuća (sutna) kolosijeka. Također je u 1955. god. mjereno (s istim kolima na 24 naročito odabrana mjesta) ulegnuće kolosijeka, gdje je tom prilikom prag bio oslobođen od tračnice, a pomoću mosta za opterećenje dovodio se je na prag teret podignutih specijalnih kola s pritiskom od 18 t. Na mnogim od tih mjesta mjerenja ostao je još isti gornji stroj kolosijeka, te se je tako moglo procjeniti i uticaj vremena ležanja. Ovakvo mjerenje omogućilo je saznanje o ponašanju kolosijeka pod prometom, te o razlici u dinamičkom ponašanju kolosijeka sa drvenim i betonskim pragovima.

Sigurno je da najnovija mjerenja kolosijeka na raznim nosivim podlogama, kao i mjerena uleganja s podacima o ostalim pokretima kolosijeka mjerenih do najviših frekvencija daju odgovore o određivanju vlastitih frekvencija željezničkog gornjeg stroja, uleganju kolosijeka i uticaju na zastor i nosivu podlogu, elastičnim svojstvima kolosijeka, stvaranju šumova i ponašanju titranja vozila, kao i o stabilnosti kolosijeka uopće.

Razumljivo je onda i očekivati da nastaju uleganja, izdizanja, potiskivanja i bubrenja trupa a prema tome i kolosijeka, ako donji stroj željezničkog trupa nije dovoljno otporan prema napadajućim silama. Ovakve pojave u trupu uzrokuju nemirnu i neelastičnu vožnju, te tako direktno ili indirektno ugrožavaju sigurnost željezničkog prometa. Kako se donji stroj trupa izgrađuje od raznih vrsta materijala, već prema mogućnostima na terenu, to se za njih ne mogu postaviti zahtjevi kao za druge građevne materijale.

Da bi osigurali ravnomjernu razdiobu pritisaka od vozila na nosivu podlogu zbog njene zaštite i povećanja sigurnsti u prometu, praktičari nastoje računski odrediti debljinu tucaničkog zastora na bazi ispravnog tehničkog gledanja i ekonomike održavanja. Prema tome, nepotrebno je naglašavati da su mnoge pojave u prometu uzročno vezane sa stanjem donjeg stroja željezničkog trupa. Vrsta i stanje tla nosive podloge su od ogromnog značenja za stabilnost kolosijeka, pa mjere za poboljšanje i odgovarajuća ispitivanja moraju držati korak sa stalnim porastom brzine i opterećenja vozila. Najnovija mjerenja na kolosijecima s raznim podlogama i iskustva Njemačkih saveznih željeznica pokazuju nam skoro nastale duboke promjene u opremi glavnih pruga i načinu održavanja. Sigurno je da takav kolosijek možemo s punim pravom nazvati »moderna pruga«, koja bezuvjetno traži suvremeno održavanje, naučnu organizaciju rada i daleko bolju vezu naučnoistraživačkog rada i svakodnevne prakse, s čim se mi sigurno ne možemo pohvaliti, bar ne za sada.

2. Uleganje kolosijeka i udio elastičnosti

Kao što smo ranije spomenuli, mjerenja i ispitivanja kolosijeka govore nam o ponašanju kolosijeka pod prometom i razlici u dinamičkom ponašanju kolosijeka s drvenim ili betonskim pragovima. Promatrajući napone koji nastaju u tračnicama i pragovima, vidimo da je pritisak na zastor upravno razmjeran utiskivanju pragova »y«

$$P\ (\text{kg/cm}^2) = c\ y \qquad c - \text{kg/cm}^3,\quad y - \text{cm}$$

Koeficijent podloge c (kg/cm³) je parametar koji ne zavisi samo o kakvoći zastora nego i o stanju nosive podloge (tla), te je ta veličina prilično nesigurna za proračun. Željeznički stručnjaci nastoje pronaći taj tzv. temeljni broj koji će biti jedinstven, pa se u proračun uvodi umjesto koeficijenta podloge, koeficijent uleganja.

$$\text{Temeljni broj c} = \frac{\text{Statički teret}}{\text{uleganje} \times \text{površina koja prenosi pritisak}}$$

[kg/cm³]

zavisi od povremene površine na koju se prenosi pritisak, a koje su izložene slučajnostima čije vrijednosti je gotovo nemoguće odrediti. Ova činjenica dovodi do toga, da je jednostavnije računati s tzv. elastičnim brojem, koji se inače upotrebljava u mašinskoj grani tehnike.

$$\text{Vrijednost elastičnog broja, c} = \frac{\text{statički teret}}{\text{uleganje}}$$

[t/mm]

uzima se da iznosi kod:

Starijih i dotrajalih kolosijeka s drvenim pragovima od cca 20 godina starosti c = 5— 8 t/mm

Starijih kolosijeka s drvenim tvrdim pragovima c = 9—14 t/mm

Starijih kolosijeka sa željeznim pragovima c = 9—14 t/mm

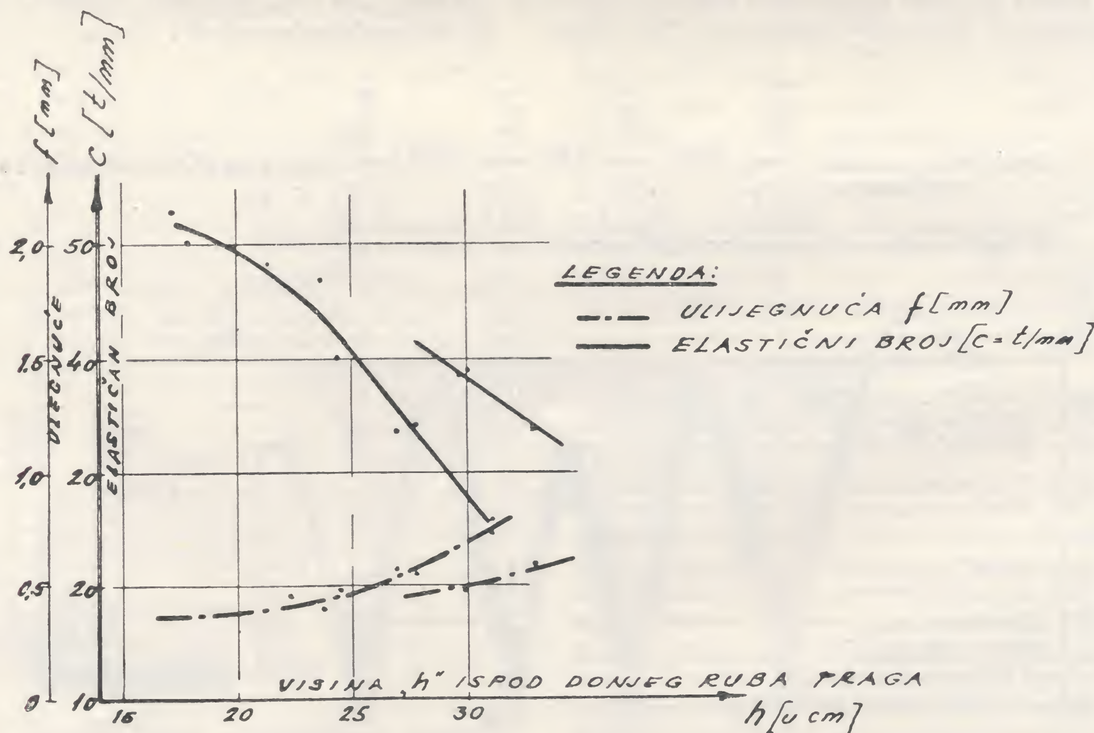
Novih kolosijeka s betonskim pragovima c = 14—20 t/mm

U navedenim vrijednostima za elastični broj sadržana je elastičnost pragova, šljunka i nosive podloge (tla). Upadljivo velika tvrdoća kolosijeka s betonskim pragovima može se pripisati većoj krutosti betonskog praga, kao i manjoj naležujućoj površini. Močvarno tlo daje vrijednosti najmekšeg elastičnog broja s cca c = 5,5 t/mm, dok je tlo od ilovačastih materijala dalo c = 8 t/mm, a pjeskovito i kamenito tlo c = 11 — 18 t/mm.

Utjecaj same visine posteljice na elastičnost kolosijeka uvjerljivo je dokazana usporednim mjerenjem na nepopustljivim masivnim podlogama uz različite visine posteljice »h« (ispod donje ivice betonskog praga B-53, kod Saveznih njemačkih željeznica). U priloženom dijagramu, gdje su prikazana ulegnuća i vrijednost elastičnog broja prema visini posteljice, vidljivo je da kod visine posteljice od h = 17 cm dobijemo elastični broj vrlo tvrd, c = =52 t/mm, dok kod h = 31 cm imamo c = 24 t/mm. Ovakve vrijednosti elastičnog broja kod različitih visina posteljice i raznih vrsta i krutosti nosivih podloga uzrokuju nepovoljno kretanje vozila u vertikalnom smjeru, zbog iznenadne promjene elastičnog broja. Razumljivo je očekivati različita vertikalna titranja kod različitih brzina i različitih vrsta podloga, kako se i vidi iz grafičkog prikaza.

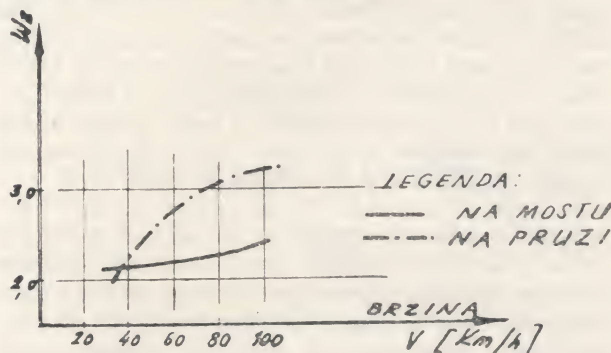
Zbog ilustracije navodimo podatke o promjenama elastičnog broja, broja podloge i ulegnuća 1/c, mjerenim na masivnoj nosivoj podlozi (mostu) otvorene pruge (nasip visine 4 m, u dubokom usjeku od 6 m, i dužine 500 m).

Zbog ilustracije navodimo podatke o promjenama elastičnog broja, broja podloge i ulegnuća 1/c, mjerenim na masivnoj nosivoj podlozi (mostu) otvorene pruge (nasip visine 4 m, u dubokom usjeku od 6 m, i dužine 500 m).



Sl. 1: Grafički prikaz uleguća i elastičnog broja kod kolosijeka s betonskim pragovima na krutoj podlozi za različite visine posteljice (h)

Iz ulegnuća 1/c vidljiv je veliki udio sleganja nasutog elastičnog materijala u nasipu, prema zdravoj nosivoj podlozi (tlu) u usjeku, uz veliki udio posteljice od 34—46% na ukupnom ulegnuću. Na popuštanje pragova imaju, dakle, utjecaja: visina posteljice h, čistoća i sastav posteljice, valjanost podbijanja i održavanja, sastav kao i stanje tzv. graničnog sloja između posteljice i nasipa, tj. nosive podloge (zaštitni sloj).

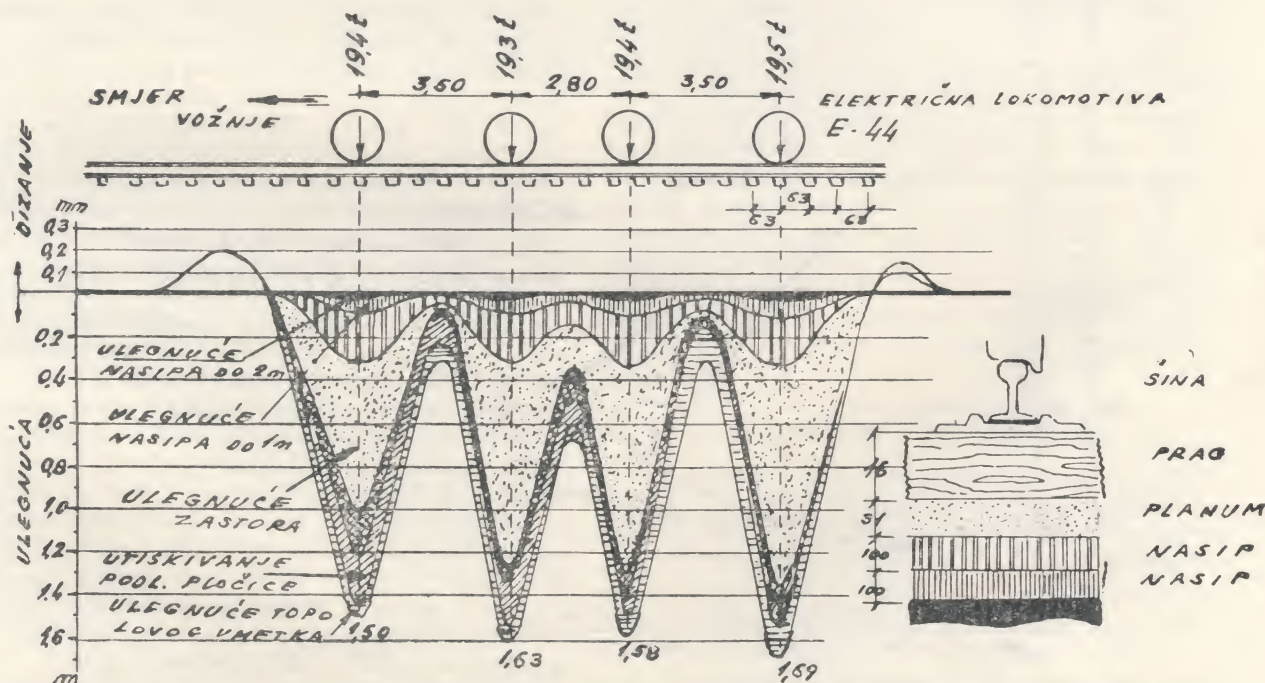


Sl. 2: Grafički prikaz vertikalnih titranja u kolima D-vlaka, na pruzi na i mostu kod raznih brzina

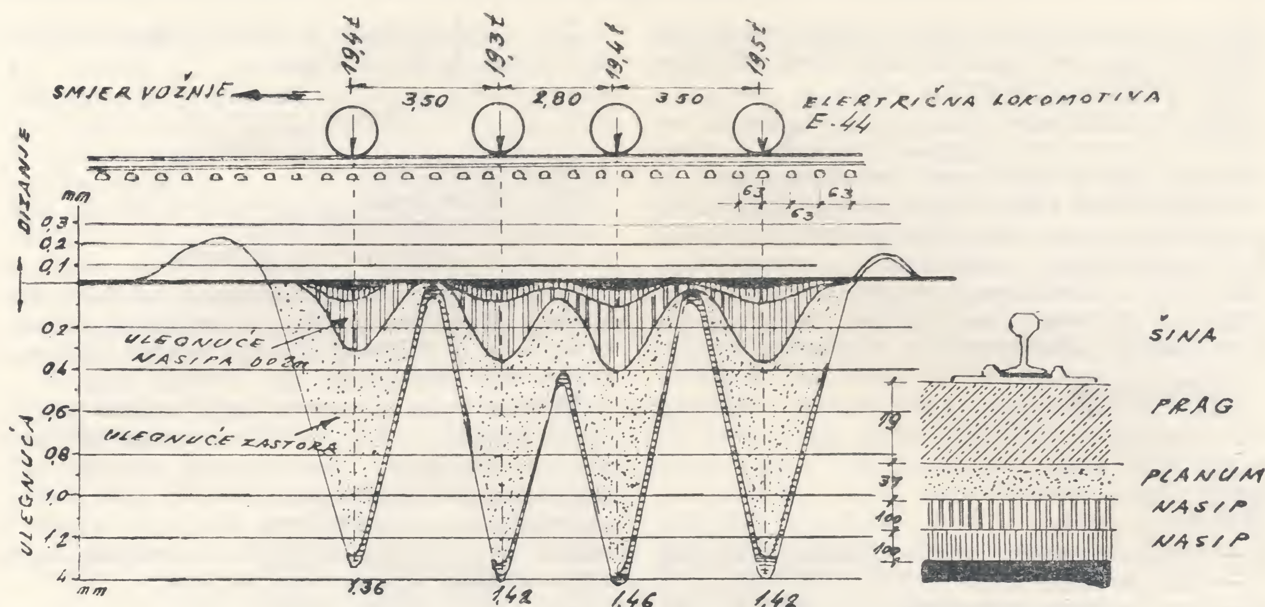
Navedena mjerenja uleganja, provedena tako da prilikom mjerenja oslobađamo prag od tračnice, a pomoću mosta za opterećenja opterećujemo prag s težinom specijalnih kola, nisu osiguravala rezultate bez prigovora. U cilju dobivanja takvih rezultata Centralni ured Saveznih željeznica u dogovoru s Institutom za ceste i željeznice Tehničke visoke škole u Münchenu obavio je takva ispitivanja na novom neprekidno zavarenom kolosijeku tipa K-49 s drvenim pragovima i nasuprot ležećem kolosijeku s betonskim pragovima tipa B-55 a. Ova ispitivanja provedena u 1956. god. obuhvatila su mjerenja uleganja, titranja i prigušivanja uz postojanje stalnih tačaka s dubokim temeljima, potpuno nezavisnim o kolosijeku i njegovim pokretima, te tako dobili i valjane rezultate. Ispitivalo se na taj način, što je u stari šljunčani nasip zabijeno 4,5 m dugačke zaštitne cijevi promjera 11,4 cm na razmak od 2,5 m, u koje su ugrađene tzv. mjeraće baze, koje su ovako bile zaštićene od potresa tla. Mjeraće baze s promjerom od 6,3 cm završavale su u formi šiljka od tvrdog čelika, koji je bio zabijen u šljunčano tvrdo tlo podloge (nasipa). Od jedne dugačke krute poprečne cijevi ugrađeni su elementi za mjerenje preko isturenih ručica na pragove, odnosno na ostale tačke mjerenja (elektromehanički Hotinger odašiljači). Uređaji za mjerenje, tj. elektro-mehanički odašiljači su ugrađeni u rupama izbušenim u dubinu 1—2 m, u nasipu gdje su dobro smješteni i zamuljeni. Nakon tromjesečnog zgušćavanja započeto je mjerenje u jesen 1956. godine, a kao vozilo korištena je električna mašina tipa E-44 s pokretnim postoljem i velikim razmakom osovina. Mjereno je kod stanja mirovanja i kod raznih brzina, počam od brzine korakom, pa kod brzine od 35 km/h i brzine 90 km/h.

Tačke mjerenja kod ispitivanog kolosijeka s drvenim pragovima su bile: a) šinska stopa, b) podložna pločica (gornja strana), c) gornja strana strana praga, d) donja strana praga, e) Planum, i to: 47 cm od gornjeg ruba praga, 31 cm od gornjeg ruba praga, f) u nasipu u dubini od 1 m, g) u nasipu u dubini od 2 m.

Kod kolosijeka s betonskim pragovima bile su odabrane iste tačke mjerenja, jedino je izostavljena tačka mjerenja pod »d«.



Sl. 3: Linija ulegnuća pod lokomotivom kod brzine v = 90 km/h na kolosijeku s drvenim pragovima



Sl. 4: Linija ulegnuća pod lokomotivom kod brzine v = 90 km/h na kolosijeku s betonskim pragovima

Nanešene srednje vrijednosti i kod jednog i drugog kolosijeka daju linije u ulegnuća za osovinske pritiske lokomotive E-44 od 19,3—19,5 t, koje predstavljaju izmjerene udjele elastičnosti (ulegnuća i dizanja) kolosijeka, kao što je vidljivo iz priloženog grafičkog prikaza.

Analiziranjem linija ulegania prema udjelu elastičnosti u mm/t kod brzina 35 i 90 km/h imamo:

Udio topolovih uložaka srazmjerno neznatan (dat između a i b)

Udio elastičnog utiskivanja podložne ploče je razmjerno upadljiva veličina (dat između b i c)

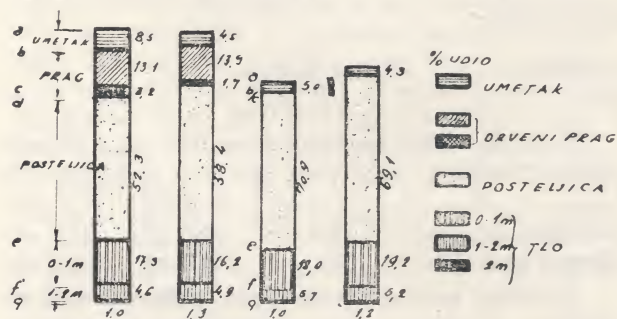
Udio elastičnog drvenog praga je srazmjerno neznatna veličina (dat između c i d)

Udio posteljice velik (dat između d i e)

Udio tla od dubine 0—1 m neznatan (dat između e i f)

Udio tla od dubine 1—2 m vrlo neznatan (dat između f i g).

Što se tiče dizanja kolosijeka ili tzv. trčećih valova, ispitivanja su pokazala da su oni i kod jednog i drugog kolosijeka veći od valova koji



Sl. 5: Grafički prikaz nuzvrijednosti ulegnuća prema udjelu l/c u mm/t, kod brzina v = 35km/h i v = 90 km/h

jure za vozilom. Iz grafičkih prikaza vidljiv je procentualan odnos udjela ulegnuća kod kolosijeka s drvenim ili betonskim pragovima. Iz dijagrama nuzvrijednosti ulegnuća za brzine 35 i 90 km/h i za jednu i drugu vrst kolosijeka s betonskim i drvenim pragovima, vidljiv je ukupni procentualni udio elastičnosti, koji kod drvenih pragova iznosi 15,6—16,3 uz udio posteljice od 52—58%.

Također je potrebno napomenuti, da su ulegania kod statičkog opterećenja kao i kod brzine korakom bila za cca 8—20% veća, što je bez sumnje uticaj trajanja opterećenja. Apsolutni pokreti ulegnuća šljunčanog zastora iznose 0,88—0,93 mm kod drvenih pragova a 1,01—1,02 mm kod betonskih pragova. Autor navodi da 240 vožnji, koje su obavljene prilikom ispitivanja i mjerenja kolosijeka pri raznim brzinama, omogućuju danas željezničkim stručnjacima daleko veća saznanja o ponašanju kolosijeka pod prometom. Ova ispitivanja daju i saznanja o pokretima, titranju, elastičnosti kolosijeka i udjelu elastičnosti, počam od tračnice preko praga, do nosive podloge (tla).

3. Pritisak zastora na podlogu (tlo)

Osovinski pritisci vozila rastu i ta činjenica zahtijeva odgovarajući gornji stroj i nosivu podlogu, odnosno donji stroj željezničkog trupa. Osiguravajući ravnomjernu razdiobu pritisaka od vozila na nosivu podlogu, moramo imati na umu da se debljina tucaničkog zastora još uvijek određuje na bazi ekonomike održavanja a ne na bazi ispravnog tehničkog gledanja. Uzimajući u obzir današnje održavanje pruge, koje se obavlja (pored redovnog održavanja) i putem glavne opravke pruge, bez prethodnih radova na donjem stroju trupa, postavlja se pitanje, što je na strani dobrog gospodarenja i ekonomike održavanja pruge. Ranije smo spomenuli da popuštanje pragova uvjetuje cijeli niz faktora, te da veliki utjecaj ima baš tzv. gra-

nični sloj, njegov zrnati sastav prema zrnatom sastavu podloga, sadržaj vlage, mogućnost odvodnje, uticaj kapilarne i podzemne vode.

Da se predradnje obave, vidimo kakva su sve ispitivanja potrebna a prema tome i što možemo očekivati ako se sve to ne učini. Prema tome je očigledno, da su nosivost tla i odgovarajuća visina tucaničkog zastora od velike važnosti. Računamo li pritisak zastora na podlogu kod uobičajenih dužina i širina porečnih pragova, bilo drvenih ili betonskih, dobijamo za razne visine tucaničkog zastora različite pritiske zastora na podlogu.

Račun daje:

$$q = \frac{1{,}5\ S}{3\ (l - s)\ h\ tg \cdot \varepsilon}\ \ kg/cm^2$$

Gdje je:

q — pritisak zastora na nosivu podlogu (kg/cm²)
l — dužina praga (cm)
s — razmak između tračnica
h — visina tucaničkog zastora mjerena od donjeg ruba praga
ε^0 — kut rasprostiranja pritisaka
S — pritisak tračnica na podlogu.

Iz grafičkog i tabelarnog prikaza vidljiv je pritisak zastora na podlogu »q« (kg/cm²) za razne kutove rasprostiranja ,i to od 30⁰, 35⁰ i 40⁰ uz visine tucaničkog zastora h = 20, 30, 40 i 50 cm.

Visina tucaničkog zastora je od velike važnosti za ravnomjernu raspodjelu pritisaka na nosivu

Taj slučaj nastupit će kada visina tucaničkog zastora h_{min} bude jednaka:

$$h_{min} = \frac{s - b}{2 \cdot tg \cdot \varepsilon}$$

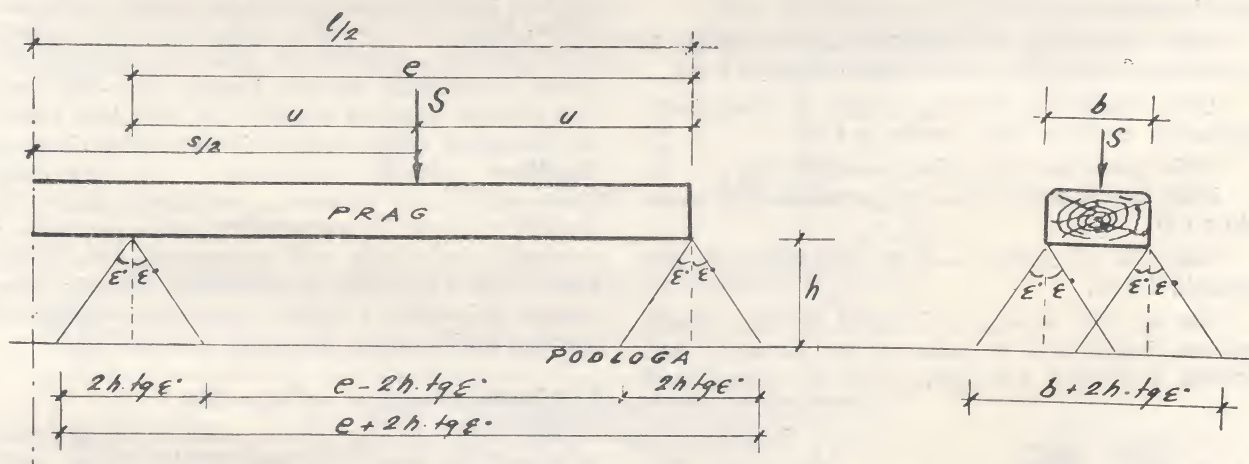
a — razmak pragova
b — širina praga
s — razmak između tračnica
ε^0 — kut rasprostiranja pritisaka

Ova je visina tucaničkog zastora ujedno i minimalna visina zastora (h_{min}) koja se dozvoljava, kako bi se spriječilo prodiranje izviruće zemljane kaše u tucanički zastor.

Pritisak vozila se prenosi preko pragova na površinu zastora, te dalje preko zastora na površinu planuma pod kutom rasprostiranja pritisaka (ε^0). Kut rasprostiranja pritisaka zavisi od vrste zastornog materijala tj. koeficijenta trenja materijala, a različit je već prema materijalu ugrađenom u zastornu prizmu, prema ovom pregledu:

Zastorni materijal	Veličina ugla rasprostiranja pritisaka
1. Dobro podbijen zastor od tucanika	$\varepsilon = 40^0$
2. Krupnozrnati šljunak	$\varepsilon = 30^0$
3. Nečisti, zablaćen	$\varepsilon = 25 - 30^0$

Ako pogledamo vrijednosti minimalne visine zastora h_{min} za razne vrste pragova i različite vrijednosti ugla rasprostiranja pritiska (ε^0) a kod razmaka pragova od a = 60 cm, dobit ćemo ove vrijednosti za kritične visine tucaničkog zastora.



Sl. 6: Grafički prikaz rasprostiranja pritisaka na nosivu podlogu

podlogu, dok je kod raspodjele pritisaka u uzdužnom pravcu kolosijeka od naročite važnosti razmak pragova »a« i naležuća širina pragova »b«.

Za stabilnost donjeg stroja željezničkog trupa nas interesira upravo onaj granični slučaj kada pritisak zastora na podlogu postaje nula u sredini između dva susjedna praga, tj. kada se linije rasprostiranja pritisaka sijeku u površini između zastora i tla.

Kritična visina tucaničkog zastora h_{min} za različite vrijednosti kuta rasprostiranja pritisaka (ε^0)

	$\varepsilon = 25^0$	$\varepsilon = 30^0$	$\varepsilon = 40^0$
betonski pragovi	37,5 cm	30,8 cm	20,8 cm
drveni pragovi	36,5 cm	30,2 cm	20,3 cm

Iz ovoga tabelarnog pregleda vidimo, da je za različite vrijednosti kuta rasprostiranja pritisaka ε^3 varira vijednost h_{min} pa logično da je h_{min} za zastorni materijal od šljunka mnogo veći nego za materijal od tucanika.

Proračunamo li za ove kritične visine tucaničkog zastora h_{min} pritisak zastora na nosivo tlo, dobivamo da je pritisak zastora veći; mi moramo ovu visinu (h_{min}) u praksi povećati. Ovo povećanje je naročito potrebno kod zemljišnog trupa koji je izrađen od slabog materijala (ilovačaste podloge), kod koga bi se u slučaju prenošenja neravnomjernih pritisaka, na dijelovima manje pritisnutim, javljalo izdizanje podloge u tucanički zastor. Mi težimo da se dinamičko opterećenje prenosi putem pragova i zastora tako, da na podlogu djeluje kao ravnomjerno raspoređeni pritisak.

Pritisak zastora »q« za kritične visine tucaničkog zastora h_{min}, prema vrsti ugrađenog zastornog materijala, bio bi ovaj:

Vrsta materijala zastora		Kritična visina zastora		Pritisak zastora q (kg/cm²)	
		Kod drvenih pragova	Kod betonskih pragova	Drveni pragovi	Betnoski pragovi
Tucanik	40	20,3	20,8	1,43	1,87
Šljunak	30	30,2	30,8	1,42	1,85
Šljunak (zablaćen)	25	36,5	37,5	1,44	1,87

nosi 0,8—1,0 kg/cm². Upravo za ovakve podloge od vlažne ilovače i gline potrebno je odrediti debljinu tucaničkog zastora i zaštitnog sloja koji bi izravnao i smanjio pritisak do granice dozvoljenog pritiska na planum tj. podlogu.

Zbog toga neobično ponašanje donjeg stroja željezničkog trupa i odgovarajuće promjene u zastoru i planumu treba shvaćati kao pojave čije uzroke moramo poznavati ako ih želimo otkriti i liječiti, pa moramo obaviti i potrebna ispitivanja. Samo uz ovakve predradnje moguće je tražiti da tucanički zastor bude elastičan nosač i da bude sposoban da dinamička naprezanja od udara vozila pretvori u statička. Da bi tucanički zastor odgovorio svim ovim zahtjevima, mora se ugraditi zaštitne slojeve planuma, i pored obavljenih radova na donjem stroju zbog isušenja trupa. Ovako umetnuti sloj između donjeg i gornjeg stroja služi, pored ravnomjernog rasprostiranja opterećenja, i za pojačanje tucaničkog zastora, bolju površinsku odvodnju, te spriječava prodiranje zemljine kaše u tucanički zastor.

4. Zaključak

Kako je održavanje donjega stroja željezničkog trupa kompleksan zadatak, to je za ekonomično i tehnički ispravno održavanje bezuvjetno potrebno plansko i sistematsko promatranje željezničkog trupa, uz što potpunije istražne radove. Troškovi su ispitivanja tla neznatni u usporedbi s troškovima koji nastaju uslijed dosadašnjih grešaka, pa se istražni radovi mogu doista preporučiti. Kolosijek moramo shvatiti kao građevinu koja mora ležati na sigurnim temeljima, pa su potrebna ispitivanja zemljišta, koja se odnose na unutrašnja svojstva tla, npr. specifičnu težinu, stupanj zbijenosti, otpornost na smicanje (trenje, kohezija), koeficijent propusnosti, visinu kapilarnog penjanja (moć usisavanja) itd. Ako još dodamo, da dinamičke sile rastu s kvadratom brzine, onda je razumljivo zašto moramo voditi računa o specifičnom pritisku na tlo (podlogu).

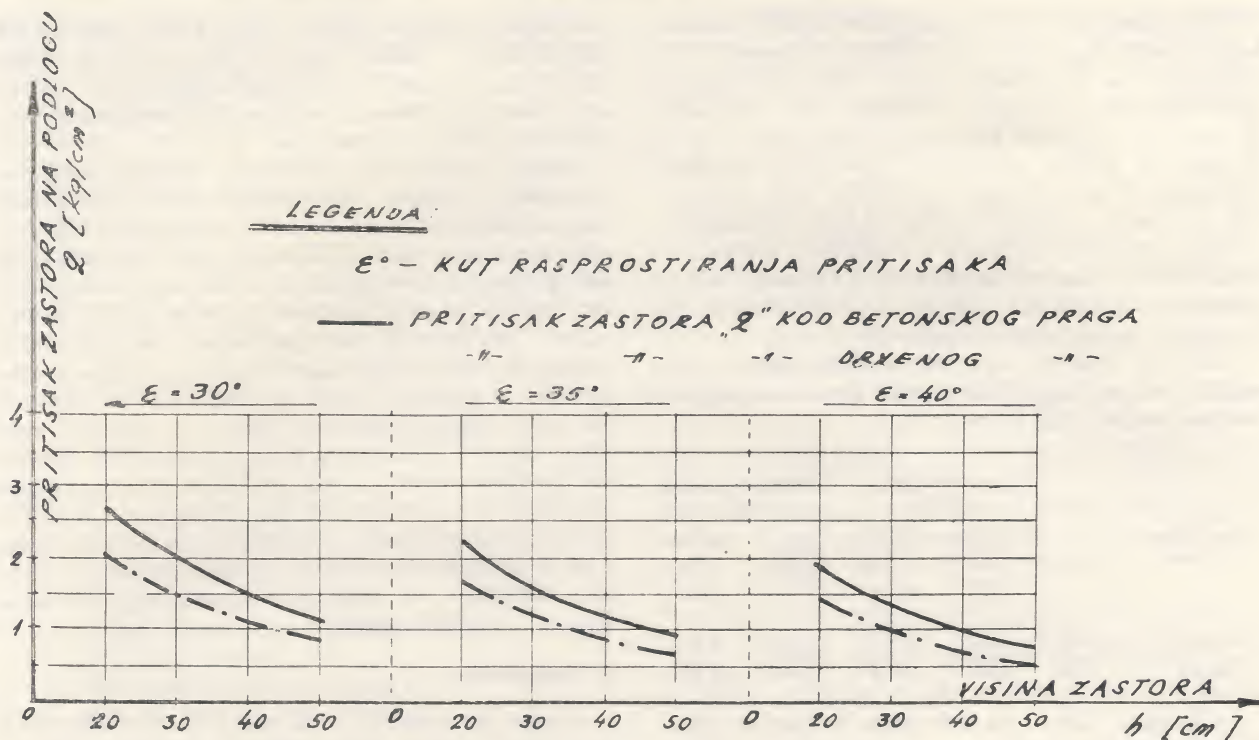
	VRSTA UGRAĐENOG PRAGA	PRITISAK ZASTORA „q" [kg/cm]											
		h = 20 cm			h = 30 cm			h = 40 cm			h = 50 cm		
		ε=30°	ε=35°	ε=40°	30°	35°	40°	30°	35°	40°	30°	35°	40°
1.	DRVENI PRAG	2,09	1,75	1,45	1,41	1,16	0,97	1,06	0,87	0,73	0,86	0,70	0,57
2.	BETONSKI PRAG	2,64	2,34	1,95	1,87	1,57	1,30	1,45	1,14	0,97	1,16	0,91	0,77

Sl. 7: Tabelarni prikaz pritisaka na nosivu podlogu kod različitih vrijednosti visine posteljice (h) i kuta rasprostiranja pritiska (ε^0)

Iz ovog tabelarnog pregleda pritisaka zastora »q« možemo zaključiti, da je za postizanje povoljnog naprezanja tla tj. za ravnomjernije rasprostiranje pritisaka na podlogu, osim visine tucaničkog zastora, golemo je značenje i: velika dužina praga (l), širina praga (b), mali razmak pragova (a), te veliki ugao rasprostiranja pritisaka (ε^0).

Važno je da se sve ovo zna, jer smo već ranije naglasili da je visina tucaničkog zastora ograničena iz ekonomskih razloga, tim više što se radi o velikim potrebama tucanika (za h = 30 cm, potreba 1,85 m³/m kolosijeka).

Dozvoljeni pritisak na planum »q« i kod drvenih i betonskih pragova kod kritičnih visina zastora h_{min} znatno prelazi dozvoljeni pritisak na planum izgrađen iz vlažne gline i ilovače, koji iz-



Sl. 8: Dijagrami pritisaka zastora (q) na nosivu podlogu kod različitih vrijednosti visine tucaničnog zastora (h) i kuta rasprostiranja pritiska (ε⁰)

Za ocjenjivanje stabilnosti trupa treba ispitati odnose tla i podzemnih voda između željezničkog trupa i okolnog zemljišta. Utjecaj vode je različite prirode, prema tome da li se radi o slobodno tekućoj, ili podzemnoj vodi, pa prema tome da li ima posredan ili neposredan štetni utjecaj. Spriječavanje tako nastalih šteta u planumu, nama poznatim zaštitnim slojevima, mora ići ukorak s modernizacijom prometa. Preveliko opterećenje podloge dolazi do izražaja već kod upotrebe betonskih pragova (manja ležišta površina), pa dalje povećanjem osovinskog pritiska i brzine, što sve utječe, također, na ponašanje podloge.

LITERATURA

1. Neuere Messungen an Gleisen mit verschiedenen Unterschwellungen (D. Ing. Fritz Birmann)
2. Mehanika tla, Ralph B. Peck
   Mehanika tla, Karl Terzaghi
3. Dr W. Loos, Praktična primjena istraživanja građevinskog zemljišta
4. Timošenko: Metode analize statičkih i dinamičkih naprezanja šine
   II internacionalni kognres za tehničku mehaniku, Zürich 1926
5. Meier H. Pojednostavnjeni postupak za teorijsko ispitivanje izbacivanja kolosijeka
6. Lorenz. H. Tlo kao gibnjevitost i prigušivač titrajućih tijela, Der Bauingeneur 25 (1950)
7. Ing. Dane Šikić. Važnost ugrađivanja zaštitnih slojeva planuma (Građevinar br. 4/1963)
8. Ing. Dane Šikić. Uloga i važnot održavanja donjeg stroja željezničkog trupa u sigurnosti prometa (Sigurnost u saobraćaju, Zagreb, 1962)

Kratke vijesti

NOVOSTI U STAMBENOJ IZGRADNJI

Preporuka Savezne skupštine o osnovama i principima razvoja i usavršavanja stambene privrede, o kojoj se dosta raspravljalo, postavlja sugestije za formiranje specijaliziranih radnih organizacija za iznajmljivanje i korištenje stanova u društvenom vlasništvu, prijedloge za izmjenu sistema financiranja i kreditiranja stambene izgradnje u cilju stimuliranja proizvodnje stanova za tržište — a zatim posebnu pažnju posvećuje intenzifikaciji i industrijalijaciji proizvodnje stanova u procesu integracije — od projektiranja stana do njegovog plasmana.

Neophodno je poduzeti opsežne mjere da bi se ostvario ovaj osnovni preduvjet, koji od stana stvara tržišni proizvod. Te su mjere kako organizacione tako i tehnološke prirode. Prije svega treba ubrzati donošenje tehničkih propisa i standarda, provesti tipizaciju projekata i elemenata, primjenu suvremenih dostignuća u tehnici, tehnologiji i organizaciji gradnje i osiguranje povezanosti svih faza proizvodnje.

U industrijskoj proizvodnji stanova je prva faza projektiranje. Neophodno je stoga uključiti i projektiranje u proizvodni proces, bilo u formi specijalizirane jedinice u sastavu proizvođačke organizacije, bilo u vidu dugoročne suradnje proizvođača i projektanta. Jedan od naročito važnih preduvjeta industrijalizacije stambene izgradnje je i suvremenija industrija građevinskih materijala i njena orijentacija na proizvodnju

elemenata koji će omogućiti bržu i ekonomičniju gradnju.

Sigurno je, da nosioci cjelovitog procesa industrijske proizvodnje stanova ne mogu biti izolirane i usitnjene proizvodne jedinice. Stoga je nužno u ovom periodu, na bazi zajedničkog ekonomskog interesa, pronalaziti najpogodnije forme udruživanja proizvođača, kako bi se ostvarili bolji uvjeti privređivanja. To je danas najaktualnija tema u stambenoj privredi.

R. P.

RAZVOJNI PUT GRAĐEVINARSTVA U HRVATSKOJ

U Jugoslaviji na građevinarstvo dolazi više od 50% ukupnih investicija, a one će u razdoblju od 1964. do 1970. godine iznositi oko 5 bilijuna dinara. U jugoslavenskim razmjerima Hrvatska sudjeluje s jednom petinom navedene svote. Na objekte zgradarstva otpada u Hrvatskoj oko 63%, a na objekte niskogradnje oko 37% ukupnih investicija.

U sedmogodišnjem planu Hrvatske potrebno je, naročito u stambenom građevinarstvu, startati uglavnom od već postojećih kapaciteta, forsirajući one pomoću kojih dobivamo racionalnije, laganije i određenim svojstvima ujednačenije materijale, te standardizirane konstrukcije velikog formata sposobne za brzu montažu.

U diskusiji o planu rečeno je, da u građevinarstvu naše republike treba smjelije uvoditi cijeli niz raznih materijala i konstrukcija novijih naših industrija. U grani građevinskih materijala treba pojačati proizvodnju cementa. Predviđa se podizanje nove tvornice keramizita i siporeksa, i forsirati šljunčare. Smatra se da Institut građevinarstva Hrvatske treba još više da razvija samostalnije bazenske laboratorije u Splitu, Dubrovniku, Rijeci, Puli, Osijeku, Karlovcu i Varaždinu, kao i da formira studijsku grupu za stanovanje i probleme stanovanja. Institut će morati naročito razvijati unapređenje tehnologije građenja u svim većim bazenima i na svim većim gradilištima.

Naše građevinarstvo će morati još intenzivnije prilaziti izmjeni iskustava, spajanju i integriranju pojedinih industrija, naročito ciglana s građevinskim poduzećima.

R. P.

RADOVI NA JADRANSKOJ MAGISTRALI

Nakon internacionalnog nadmetanja trebalo je da do 1. januara 1964. investitor obavi sve administrativne poslove, da zaključi ugovore i građevinska poduzeća »uvede u posao«. Po predviđenoj dinamici, trebalo je da do 1. februara poduzeća počnu radove. Međutim, predstavnici poduzeća, zbog zakašnjenja investitora, tek su oko 20. februara potpisali ugovore o građenju. Poslije toga slijedila je predaja gradilišta, izvođenje priprema i početak radova. To znači, da se na dijelu ove magistrale, koji se ove godine gradi kroz Hrvatsku, već na samom startu zakasnilo.

Radovi na izgradnji Jadranske magistrale treba da budu gotovi do 1. maja 1965. Na dijelu kroz Hrvatsku, samo iskopa u stijeni ima oko 3 milijuna m^3. Zakašnjenje u startu, iako zabrinjavajuće i vrlo karakteristično, nije jedina briga oko izvršenja građenja ovog značajnog objekta. Kako po opsegu, tako i po složenosti i vrlo teškim uvjetima građenja, dio ove magistrale koji se nalazi u građenju predstavlja, nedvojbeno, do danas najteži zadatak pred kojim je stajala jugoslavenska građevinska operativa. Jugoslavenska poduzeća ugovorila su poslovno-tehničku suradnju za izvršenje ovog krupnog zadatka.

Potpuni uspjeh ove kooperacije na održanom nadmetanju, u jakoj konkurenciji s renomiranim inostranim firmama, na kome su kao najpovoljniji ponuđači dobili sve licitirane dionice, dokazuje da je ovakva orijentacija naših poduzeća jedino ispravna.

Jugoslavenska investiciona banka morat će biti elastičnija i brža u osiguranju potrebnih deviznih sredstava za nabavku rezervnih dijelova za građevinske strojeve, kao i nekih strojeva koji nedostaju. U protivnom slučaju doći će do toga da će se ugroziti dinamika zigradnje i dovesti u pitanje utvrđeni rok.

R. P.

IZGRADNJA ZADARSKE LUKE

Pruga Knin—Zadar bit će dovršena do kraja 1965. godine. Luka u Zadru bit će već ranije aktivirana. Naime, predviđeno je da se do kraja ove godine osposobi stari i dio nove luke za prihvat robe iz međunarodne razmjene, koristeći kombinirani prijevoz (kamionima) od luke Zadra do željezničke stanice Benkovac.

Predviđeno je, također, da se radovi odvijaju u tri faze, kako bi se izgrađeni objekti mogli odmah koristiti. Prva faza treba da bude završena do kraja 1965, druga u toku 1966. i 1967, a treća od 1968. do 1970. godine.

U prvoj fazi treba da se završi 300 m operativne obale, prosječno dubine 12 m (do sada je izgrađeno 150 m), 4000 m^2 zatvorenog skladišnog prostora, dvije portalne dizalice od po 5 t nosivosti, objekti neophodni za rad u luci, lučka oprema, otvoreni skladišni prostor S tim kapacitetom planirano je da se već 1966. godine postigne promet od 465.000 t razne robe. Zadarska luka nakon dovršene treće faze postigla bi u godini 1970. promet od preko milijun tona.

R. P.

GRADITI VIŠE PODVOŽNJAKA

Modenizacijom odnosno elektrifikacijom magistralnih pruga zaoštrava se problem ukrštavanja cesta i pruga. Na takvim prelazima do sada su i pri brzinama znatno manjim od 100 km bili veoma česti udesi. Nije teško pretpostaviti da će opasnost od nesreća pri brzinama od 100 i 150 km biti daleko veća, pogotovo što ni rampe ne predstavljaju dovoljno osiguranje. Rampe su osim toga i kočnica saobraćajnih tokova, naročito u gradovima. Postoji, međutim, i velik broj neosiguranih prelaza. Među stručnjacima prevladava mšiljenje, da bi za sigurnost saobraćaja trebalo graditi što više podvožnjaka. No, pri tom se postavlja pitanje financiranja njihove gradnje.

Postoji prijedlog da bi sredstva trebalo da osiguraju željeznice, cestovni saobraćaj i komune — svako po jednu trećinu za pojedini objekt. Za željeznicu je takvo rješenje po svemu sudeći prihvatljivo, no teškoće će nastati zbog nedostatka sredstava koja bi trebalo da za takve poslove odvoje komune i autotransportna poduzeća.

R. P.

U NEKOLIKO REDAKA

PLINOVOD VREOCI—BEOGRAD gradit će se u tri etape. Prva etapa će biti završena 1968. godine.

U BEOGRADU je vođena diskusija o prednacrtu zakona o vodama i vodoprivrednim poduzećima, koji je sastanak organiziralo Jugoslavensko društvo za odvodnjavanje i navodnjavanje i Društvo građevinskih inženjera i tehničara Beograda.

AKTIVIRANJE LUKE BAR, koja se još nalazi u fazi izgradnje, moglo bi biti uskoro rješeno. Radi se o uvođenju »kamionskog mosta« — Srbija—luka Bar — do izgradnje željezničke pruge Beograd—Bar.

BEOGRADSKI VODOVODNI TUNEL nalazi se u završnoj fazi izgradnje, tj. dovršava se treća (posljednja) dionica Makiš—Tašmajdan. Poduzeće »Geosonda« radi na injektiranju posljednje dionice tunela.

U LJUBLJANI je u martu održano Savjetovanje o zaštiti materijala u građevinarstvu.

SIMPOZIJUM o problemima sliva Velike Morave održan je februara ove godine u Beogradu. Bio je prikazan i film o slivu Velike Morave. Organizator je bio Savez građevinskih inženjera i tehničara Srbije.

U TITOGRADU je u laboratoriju Poduzeća za istražna bušenja i konsolidaciju terena »Istražno«, pored niza postavljenih problema i zadataka na ispitivanju i proučavanju injekcionih masa, kao prioritet postavljeno: boksit kao nova komponenta u injekcionoj masi i primjena suhog bentonita kao dodatka gipsanoboksitnim, odnosno cementno-boksitnim rastvorima zbog dobivanja injekcionih masa koje bubre a čija bi primjena bila od neobične važnosti kod injektiranja hidrotehničkih tunela i okana pod pritiskom.

TV TORANJ U BEOGRADU bit će predan na upotrebu do kraja 1964. S nepunih 137 metara betonskog dijela avalski toranj je za sada najviša betonska konstrukcija u srednjoj Evropi. Pored toga »avalska kula« je i najviši objekat u našoj zemlji u apsolutnoj visini u kombinaciji beton-čelik. Toranj je jedini u svijetu ovakvog oblika.

U BEOGRADU su Društvo građevinskih inženjera i tehničara i Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černy« organizirali u martu ove godine stručni seminar iz mehanike stijene. Svrha je bila da se stručnjaci što detaljnije upoznaju s rezultatima do kojih je došla ova naučna disciplina.

U ZAGREBU će se 4—6. juna ove godine održati II kongres arhitekata Jugoslavije. Za vrijeme kongresa otvorit će se izložba i prikazati film o suvremenoj arhitekturi u našoj zemlji. Učesnici kongresa obići će neka uspjelija arhitektonska ostvarenja u Zagrebu. Očekuje se da će na kongresu sudjelovati oko 200 arhitekata iz svih krajeva naše zemlje.

LJUBLJANSKI »GRADIS« je najveće slovensko i među vodećim jugoslavenskim građevinskim privrednim organizacijama. To je u stvari građevinsko-industrijski kombinat, čija je centrala u Ljubljani, a građevinske uprave se nalaze u Ljubljani, Mariboru i Celju. Gradilišta na području Slovenije nalaze se u Zalogu, Kopru, Jesenicama, Ravnama i Kranju, a pogoni u Ljubljani, Mariboru, Škofjoj Loki. U Ljubljani je »Gradisov« projektantski biro. Ovo građevinsko-industrijsko poduzeće izvodi građevinske radove svih vrsta — visoke i niske gradnje, industrijske gradnje, termoelektrane i stambene objekte.

U PEĆI je puštena u probni pogon novosagrađena i suvremeno opremljena tvornica ploča-iverica u sastavu Drvnog kombinata.

U VRŠCU je puštena u probni pogon novosagrađena tvornica keksa.

R. P.

Građevni materijali

STANJE I RAZVOJ PROIZVODNJE KREMENOG PIJESKA NA PODRUČJU ISTRE

Nagli razvoj prerađivačke industrije zahtijeva paralelno i razvoj proizvodnje sirovinske baze. Razvojem građevne industrije za izradu lakih elemenata (Siporex), industrije cementa, industrije stakla i fine keramike, kemijsko-farmaceutske industrije, dolazi do sve veće primjene kvarcnog pijeska u raznim oblicima i količinama. To zahtijeva studioznije prilaženje eksploataciji sirovinske baze, te unapređenje tehnološkog postupka daljnje prerade kremenog pijeska.

Nalazišta kremenog pijeska u svijetu relativno su široko rasprostranjena; međutim sve veće zahtjeve potrošača za kvalitetnijim sirovinama može samo malo proizvođača potpuno zadovoljiti. Glavni svjetski proizvođači kvarcnog pijeska su zemlje: Holandija, Belgija, Luxemburg, Francuska, Njemačka, a manji; ČSSR, Austrija, SSSR, Izrael, Indija, Australija i obje Amerike. U našoj zemlji najveća nalazišta nalaze se na području Istre, i ona se protežu u pravcu sjever—jug, od mjesta Žminja do Pule.

U velikim nalazištima visokokvalitetnog pijeska na području Istre eksploatacija je počela već davno prije Prvog svjetskog rata za potrebe staklarske industrije. Glavno tržište bila je sjeverna Italija, područje Venecije, gdje je naročito razvijena industrija stakla. Eksploatacija je bila primitivna, s krampom i lopatom, a prijevoz je obavljan ručnim kolicima. U to doba eksploatacija je obavljana na osnovu ocjene terena, i to uglavnom površinski ili u manjim dubinama okna (7—10 m). S obzirom na jeftinu radnu snagu, nije se ulagalo u mehanizaciju ni u postrojenja. Tek 1920. god. izgrađena je praonica kremenog pijeska u Štinjanu, a pred Drugi svjetski rat proizvodnja je dosegla oko 18.000 t.

Nakon Oslobođenja, razvojem prerađivačke industrije, razvija se proizvodnja sirovinske baze. Godine 1948. eksploataciju kremenog pijeska preuzima poduzeće »Istarski rudnici kvarcnog pijeska — Pula«, dok danas poduzeće nosi naziv »Istarski rudnici nemetala — Pula« .Prva su ispitivanja rezerve pijeska bila 1954. god. od strane Zavoda za geološka istraživanja iz Zagreba. Zbog nedovršenih istražnih radova rezerve pijeska prema procjeni iznose: A2 800.000, B1 25,990.000, C1 12,600.000, i C2 13,700.000 tona.

Iz ovoga se vidi, da su rezerve pijeska ogromne, međutim, kako nisu ispitana nalazišta u svim svojim karakteristikama, potrebno je obaviti temeljite geološko-rudarske istraživačke radove, a zatim prići planskom projektiranju otvaranja i eksploataciji, uz korištenje svih naučno-tehničkih dostignuća.

Proizvodnja u posljednjih pet godina kretala se:

God.	Rudnici (tona)	Praonice (tona)
1959.	38.840	29.952
1960.	40.539	30.410
1961.	44.244	29.041
1962.	38.088	27.303
1963.	64.641	32.009

Puštanjem u pogon tvornice plinobetona Siporex u Puli, proizvodnja rovnog pijeska naglo je porasla, a u idućim godinama ona će i dalje rasti. Proširenjem kapaciteta tvornice Siporex, potrošnja kvarcnog pijeska kretat će se godišnje do 60.000 t. Tek 1963. god. poduzeću Istarski rudnici nemetala dodijeljen je kredit u iznosu od 70 milijuna dinara za izgradnju nove moderne praonice i sušare, koja je sada u završnoj fazi izgradnje. Time će biti povećan kapacitet pranog pijeska od 30.000 na 70.000, sušenog pijeska na 22.000, i sirovog pijeska od 60.000 na 127.000 tona.

Bit će potrebno uložiti još znatna materijalna sredstva za kompleksno rješenje istražno-geoloških radova i za nabavu potrebne mehanizacije, kako bi se planom predviđena proizvodnja mogla ostvariti, a za čiji je plasman osigurano tržište. Prema planu do 1970. god. proizvodnja bi dosegla: sirovi pijesak 310.000, prani pijesak 200.000, i suhi pijesak 25.000 tona.

Ovako velika proizvodnja moći će zadovoljiti domaće tržište a bit će omogućen i znatan izvoz na strana tržišta, na kojeg je mogućnost plasmana vrlo velika.

Kao glavnog izvoznika kremenog pijeska navodimo primjer Holandije, koja je 1959. god. izvezla 353.188 t staklarskog pijeska u vrijednosti od 3,666.000 guldena. Glavni uvoznici holandskog pijeska su Engleska, Zapadna Njemačka, Danska, Švicarska, Grčka i Italija.

Naš izvoz uglavnom u Italiju i Austriju kretao se: 1959. god. 5.732, 1960. god. 5.639, 1961. god. 5.229, 1962. god. 5.949 i 1963. god. 8.859 tona.

Postignuta cijena za nepakovan — rinfuzni pijesak kretala se između 6,50—8,75 $ za 1 t fco jugoslavenska granica, dok bi se za sušeni pakovani prima kvalitetni pijesak, mogla postići cijena od 18—22 $ po toni, što se može smatrati kao rentabilan izvoz. Ovako mali izvoz s obzirom na naše mogućnosti i potrebe u susjednim zemljama, ne može nas zadovoljiti. Do sada nije postignut veći izvoz zbog neujednačenog kvaliteta koji štetno djeluje na finalnu proizvodnju, ali s obzirom na nova postrojenja koja su sada u gradnji, ti će se nedostaci moći otkloniti. Kao glavno tržište za naš istarski pijesak svakako je Italija, Austrija, Grčka, Mađarska i Rumunjska.

Prema podacima ove su zemlje 1961. god. uvezle ove količine kremenog pijeska: Italija 300.000, Austrija 90.000, Grčka 40.000, Mađarska 60.000, i Rumunjska 40.000 tona.

Uvoz u te zemlje bio je uglavnom iz Belgije, Holandije, Francuske, Njemačke i ČSSR.

Da bi se sagledale sve mogućnosti upotrebe kremenog pijeska, te ujedno potrebe u proširenju sadašnjih kapaciteta proizvodnje, Privredna komora kotara Pula, Institut za geološka istraživanja i Institut za kemiju i tehnologiju silikata, organizirali su 12. veljače o. g. u Puli Savjetovanje o eksploataciji, oplemenjivanju i preradi kremenog pijeska u Istri. Iz podnesenih referata i iz diskusije eminentnih stručnjaka, i samih potrošača, zaključeno je da se priđe rješavanju problema koji stoje pred tom industrijom, naročito značajnom za domaće i za strano tržište.

S obzirom na veliku sirovinsku bazu i kvalitetu kvarcnog pijeska i s obzirom na povoljne uvjete za daljnje unapređenje, za rješenje ovog problema potrebna je pomoć i od strane društvenih faktora.

O. FRÖLICH

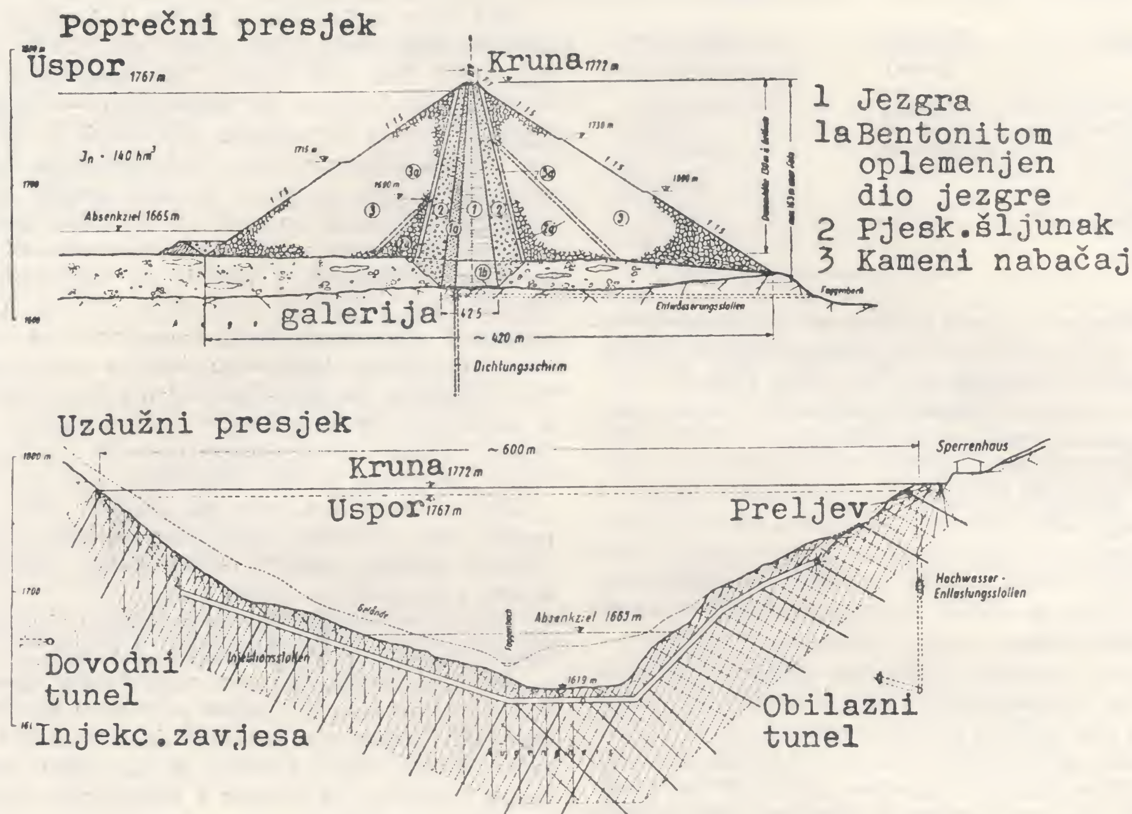
Iz inozemnih časopisa

IZGRADNJA NASUTE BRANE GEPATSCH

(Technische Rundschau, Nr. 52 a/1963)

Nasuta brana od kamena Gepatsch, koja se gradi u Tirolu u sklopu jedne visokotlačne hidroelektrane, je po svojoj visini od 153 m, dužinom u kruni od oko 600 m i kubaturom nasipa od 7,1 milijuna m³ ne samo najveća brana u Austriji, već spada i među najveće nasute brane na svijetu, kako se to vidi iz ovog pregleda:

Dovršenje izgradnje	Ime brane i zemlja	Maks. visina m	Kubatura milijuni m³	Nagib pokosa uzvod. 1 : x	Nagib pokosa nizvod. 1 : x
1941.	Mud-Mountain (USA)	130	1,7	1,75—2,25	1,75—2,25
1958.	Paradela (Portugal)	110	2,0	1,30	1,30
1959.	Cougar (USA)	135	10,1	1,80	1,60
1959.	Trängslet (Švedska)	122	7,2	2,50	1,25
1960.	Derbendi-Khan (Irak)	145	7,0	1,75—2,25	1,75—2,00
1960.	Göscheneralp (Švicarska)	150	9,2	2,00—3,00	1,36—2,00
1961.	Serre-poncon (Francuska)	129	10,7	1,75—2,00	1,65
1961.	Serre-Ponchon (Francuska)	129	14,0	2,00—3,00	2,00—3,00
1967.	Oroville (USA)	222	60,0	2,20—2,75	2,00
—	Nurek (SSSR)	300	45,0	—	—



Sl. 1: Poprečni i uzdužni presjek

Ovakav tip brane pokazao se ekonomičnim prvenstveno iz topografskih i geoloških razloga jer je na odabranom mjestu čvrsta pećina pokrivena na dnu i na bokovima nanosom debljine do 30 m. S obzirom na raspolaganje materijalima za nasipavanje, odabrano je kao najsvrsishodnije rješenje prikazano u sl. 1, tj. simetrična brana s tri zone. U sredini brane nalazi se jezgra (1 milijun m³) iz ilovačastog osulinskog materijala, koji je za uzvodni dio jezgre oplemenjen dodatkom bentonita. S obih strana jezgre predviđene su prijelazne zone (1,6 milijuna m³) iz pjeskovitog šljunka. Potporne zone s vanjskih strana (4,5 milijuna m³) sastoje se pretežno od materijala dobivenog iz kamenoloma znatne propusnosti i veličine kamena do 1 m³, koje su pokrivene, s površinske strane, slojem velikih kamenih blokova.

Opsežni istražni radovi, provedeni od 1956—1958. god. pokazali su postojanje dovoljne količine potrebnih materijala za nasipavanje u, s ekonomske strane, prihvatljivoj udaljenosti .

Svega oko 800 m nizvodno od mjesta izgradnje ove brane nalazi se veliki stožac osulinskog materijala, koji je rezultat raspadanja zone škriljastog gnjasa i u kojem su zastupane sve granulacije, sve do većih blokova. Fine granulacije ovog materijala mogu se dobro sabijati s obzirom na svoju strukturu. Kod izdvajanja zrna većih od ⌀ 80 mm dobiva se zemljana masa s kamenjem, koja se odlično sabija ($K = 10^{-9}$ m/sec, a uz dodatak bentonita $K = 10^{-10}$ m/sec). Ovaj materijal iskopan je na pozajmištu pomoću bagera kašikara (1,5—2,5 m³) i prevožen do uređaja za pripremu materijala izlučivanje kamena većeg od ⌀ 80 mm i sušenje (pomoću Euclid vozila od 22 i 27 t, sl. 2.).

Na samu branu dovožen je materijal dumperima, koji se prazne kroz dno; planiran je buldožerima te sabijan 40-tonskim Albaret valjcima s gumenim točkovima. (Sl. 3.) Prema prethodno obavljenim pokusima trebalo je ovaj materijal ugraditi kod vlažnosti 8%, u slojevima od 40 cm sa šest prijelaza gumenim valjkom



Sl. 2: Pozajmište materijala za jezgru s uređajem za pripremu

težine 40 t, kod čega bi se postigla zapreminska težina od 2,35 t/m³. Međutim, kod početka se izvođenja pokazalo, da je ovaj materijal u samom pozajmištu stvarno veće vlažnosti nego što su to pokazala prethodna ispitivanja i to je znatno otežavalo ugradnju. Stoga je izgrađen uređaj za sušenje s tri okretne peći, kapaciteta od po 100 t/sat. Ovakvom mehanizacijom postignut je u

2-smjenskom radu u mjesečnom prosjeku učinak od 3400—4100 m^3/dan, a maksimalno 6600 m^3/dan. Ovaj primjer pokazuje neobičnu važnost prvedbe sušenja materijala, gdje je ovaj prevlažan i osjetljiv na vlagu. Premda su troškovi ovoga znatni, ipak se postizavaju u kvalitetnom i izvedbenom pogledu takve prednosti koje ih opravdavaju. Nakon uvođenja sušenja ugrađivan je materijal vlažnosti 6—8%, dok je ranije bio ugrađivan materijal za 2—3% veće vlažnosti, te je tom mjerom kapacitet ugrađivanja s istom mehanizacijom bio povećan na dvostruko.

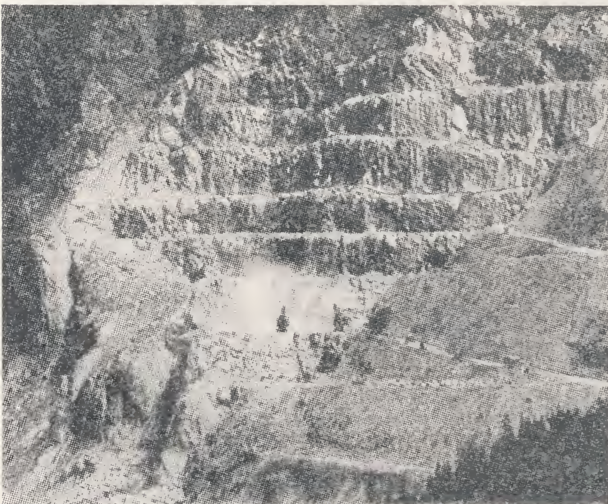


Sl. 3: Nasipavanje jezgre

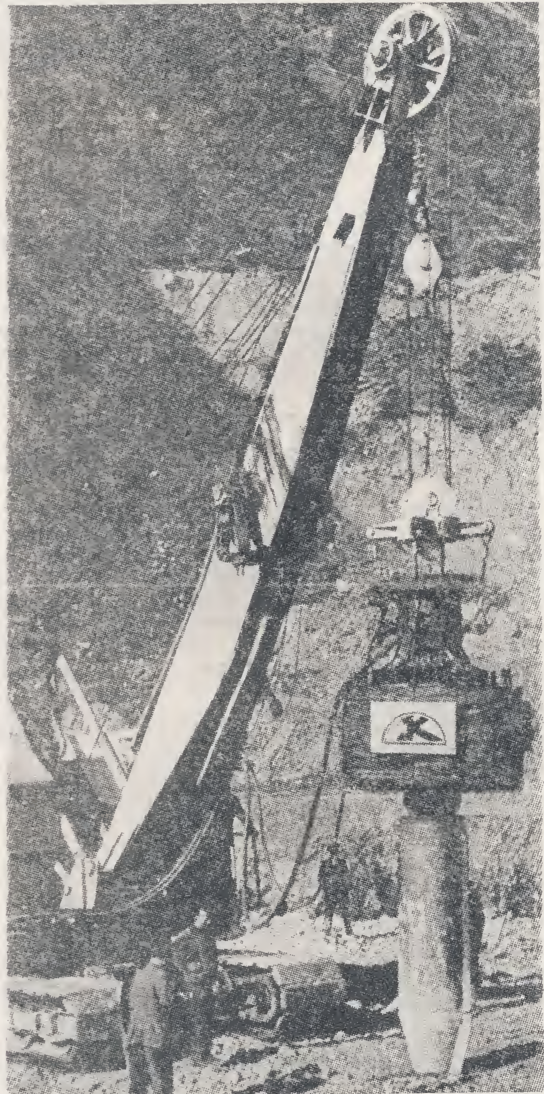
Materijal za prijelaznu, filtersku, zonu dobiven je na pozajmištu udaljenom oko 4 km uzvodno od brane. Radi se o nanosu glečerskog porijekla sa zrnom do ∅ 250 mm. Ovaj šljunak vađen je bagerima kašikarima i dovažan na branu Euclid vozilima. Veličina ovog pozajmišta je tolika, da se isprva pomišljalo na izgradnju jedne nasute brane od šljunkovitog materijala. Detaljna tehnička i ekonomska istraživanja pokazala su međutim prednosti kamenog nasipa u odnosu na ostala rješenja. Ovaj materijal nasipavan je u slojevima od 80 cm i redovito sabijan samo vozilima, kojim je dovažan do mjesta ugradnje; postignuta je zapreminska težina od 2,4 t/m^3 i sabijanje tog sloja na 60 cm. Prema potrebi primjenjeni su za sabijanje i vibracioni valjci i valjci s gumenim točkovima. Prosječni učin u jednom mjesecu kretao se kod 2-smjenskog rada 6100 do 7900 m^3 dnevno, a maksimalno 11.000 m^3/dan.

Začuđuje da je bilo dosta teško naći u blizini brane kamenolom iz kojeg bi se dobilo 2,8 milijuna m^3 stijene na pogodan i ekonomičan način, primjenom teške mehanizacije. Teškoće u pogledu toga bile su zbog male širine doline i njenih vrlo strmih obronaka. Konačno je kao najpovoljnija odabrana jedna lokacija udaljena 1 km nizvodno od brane; eksploatacija kamenoloma i na ovom mjestu bila je skopčana s teškoćama jer će njegovo čelo do kraja gradnje dostići visinu od 200 m. Kamenolom je razrađen u terasama visine 20 m, s čelom u nagibu 2 : 1 (Sl. 4). Stijena je minirana pomoću dubinskih mina; utovar je obavljen velikim bagerima kašikarima od 3,6 m^3, na električni pogon, a prijevoz do brane Euclid-dumperima. Izgradnja kamenog nasipa bila je isprva predviđena uobičajenim nasipavanjem u slojevima visine 6—10 m, uz hidrauličku ugradnju hidromonitorima (3 m^3 vode pod tlakom 15 Atm po 1 m^3 nasipa).

Kod ove brane smatralo se da bi preveliko vlaženje temeljnog tla, koje bi neminovno nastalo kod takvog načina izgradnje, moglo prouzrokovati izvjesne teškoće. Stoga su razmatrani načini sabijanja kamenog na-



Sl. 4: Etažna razrada kamenoloma



Sl. 5: Vertikalni vibrator za kameni nasip

sipa u suhom stanju. U tom slučaju, iz razloga ekonomičnosti, visina nasipavanja trebala bi biti barem 2 m; ovo je diktirala i najveća veličina kamena od 1 m³. Međutim, obavljeni su opsežni pokusi na gradilištu u cilju hidrauličke ugradnje u sloju visine 6 m sa tri metode ugradnje i sabijanja u suho, i to primjenom vertikalnog vibratora, horizontalnog vibratora i najtežeg vibrovaljka ABG (ASW 8,5 t). Pokazalo se da primjena vertikalnog vibratora i vibrovaljka može dati dobar



Sl. 6:Izrada kamenog nasipa — sabijanje vibrovaljkom

stupanj sabijanja. Vertikalni vibrator (sl. 5) mogao je dobro obraditi sloj debljine 4 m, kod čega je sam 17 t teški vibrator prodro do 2,8 m duboko. S vibrovaljkom moglo se dokazati djelovanje sabijanja samo do dubine od oko 2,5 m (sl. 6). U odnosu na hidrauličke ugradnje postignute su nešto veće zapreminske težine, i to 1,8—2,0 t/m³, već prema veličini ugrađenog kamenja.

S obzirom na ovakve rezultate usvojen je način sabijanja u suho pomoću vibrovaljka u slojevima visine 2 m, jer je ovaj praktičniji i ekonomičniji od primjene vertikalnog vibratora. Kalkulacije su nadalje pokazale da je ovakav način sabijanja nešto jeftiniji od hidrauličke ugradnje. U ljetnim mjesecima postignuti su prosječni mjesečni učinci od 7.400—11.200 m³/dan, te maksimalno 13.500 m³/dan ugrađenog i sabijenog kamenog nasipa.

Nakon što je do danas već izgrađeno gotovo 60% ove nasute brane može se tvrditi, da se sabijanje kamenog nasipa u suho pokazalo dobrim u svakom pogledu. Kao prednosti ovog načina mogu se navesti razmjerno mala potreba i velika pokretljivost strojeva za sabijanje i male razlike nivoa u cijelom području nasipavanja, što se osobito povoljno odražava na mogućnost prometa po samoj brani. Mogućnosti segregacije kamenog nasipa gotovo da i ne postoje, kao što je to slučaj kod nasipavanja u slojevima veće visine, pa je stoga izvedeni nasip jednoličnije kvalitete. Nadalje je kod rada u suho moguć rad i za vrijeme najjače zime. Opisano sabijanje kamenog nasipa u suho pretstavlja, dakle, jedan tehnički napredak u modernoj izgradnji brana.

V. J.

PODVODNO MINIRANJE

(Engineering News-Record, Jan. 30, 1964.)

Prigodom izvedbe odvodnog kanala u luci Portsmouth, USA, trebalo je u kamenom dnu ove luke na 27 m ispod površine mora izvesti 214 m dugi jarak za polaganje armirano-betonskih cijevi Ø 75 cm. Ovaj jarak je širine na dnu 1,2 m, dubine 3,0—4,5 m. Svega je trebalo izvesti oko 450 m³ iskopa u stijeni. Zanimljivost kod ovog izvođenja je u tome, da je izvođač primjenio jednu standardnu lafetnu bušilicu na gusjenicama, kakva je uobičajena za rad nad zemljom (sl. 1). Ovom bušilicom Ø 85 mm, s lafetom dužine 4,5 m i težine 3 t i ekipom od svega 4 radnika, od toga 3 ronioca i 1 kompresorista, izveden je rad na miniranju ovog jarka. Ova bušilica primjenjena je, dakle, kao da se radi nad zemljom s time, da je njen rad vođen roniocima (sl. 2). Zbog velike razlike između plime i oseke i jakih struja na tom mjestu, smatralo se da bi podvodno miniranje bušenjem s pontona ili plivajuće skele bilo skopčano s većim teškoćama i troškovima.

Za ovaj rad primjenjena je normalna bušilica na pogon komprimiranim zrakom. Računalo se da će ova bušilica ostati potopljena u moru za cijelo vrijeme izvođenja rada (2 mjeseca), pa je kao jedina zaštitna mjera izvedeno premazivanje debljim slojem masti, da se svi dijelovi, naročito pokretni, zaštite od korozije morske vode. Povremeno vađenje bušilice nije bilo preporučljivo, jer su se radovi izvodili za vrijeme oštre zime, te bi bilo potrebno vrlo pažljivo osušenje stroja da se izbjegnu štete od smrzavanja. Jedina mala, ali dosta bitna modifikacija ove bušilice, koju je proveo izvođač, sastoji se u odgovarajućem oblikovanju ispušnih cijevi zračnih motora ovog stroja na koji način je osigurano da zračni jastuk ne dozvoli ulaz morskoj vodi u ove motore i njihovo oštećenje.



Sl. 1: Ronilac pokreće bušilicu pod morem

Za uklanjanje bušilice prilikom miniranja i njen povrat na radno mjesto primjenio je izvođač jedan plivajući tank Ø 1,20 m i dužine 5,0 m. Dubina ronjenja ovog tanka regulira se utiskivanjem komprimiranog zraka. U uronjenom položaju tanka, o njega se pričvrsti bušilica; utiskivanjem zraka u tank podigne se tank i bušilica, te oba lakoćom u plivajućem stanju odmaknu s mjesta miniranja.

Mine su bušene u 2 reda i u međusobnom razmaku 0,60 m. Gornjih 0,60 m mine bušeno je s krunom Ø 85 mm. Nakon toga ronilac ugrađuje 0,9 m dugu čeličnu cijev, te se nastavlja bušenje s manjom krunom Ø 65 mm. Cijev služi za osiguranje bušotine za vrijeme i nakon bušenja, te bolje označuje minu i olakšava punjenje eksplozivom. Kod miniranja upotrijebljena je srazmjerno velika količina visokobrizantnog eksploziva od 5 kg/m³ stijene, kod čega će minirani materijal silom eksplozije najvećim dijelom biti izbačen iz jarka, te neće biti potrebno njegovo vađenje bagerom. Pojedini sitniji komadi kamena, koji su ipak ostali u jarku, uklanjali su ronioci pomoću zračnog ejektora Ø 30 cm.

Uslijed vrlo hladnog mora (oko ± 0° C) mijenjali su se ronioci svaka 2 sata. Uzevši u obzir sve pripreme, iznosilo je efektivno vrijeme bušenja svega 4 sata dnevno, ali se je dnevno izbušilo 7 bušotina.



Sl. 2: Podmorsko bušenje

Bušenje jedne 3,0 do 4,5 m duboke bušotine zahtijeva svega 15 minuta; teškoće oko premještanja bušilice, otežani uslovi podvodnog dna pokrivenog razlomljenom stijenom i kamenjem, uslovljavali su ovakvo smanjenje efekta.

Polaganje 5,0 m dugih armirano-betonskih cijevi od Ø 75 cm u jarak obavit će se na originalan način: cijevi će se na obali zatvoriti postranim poklopcima i u plivajućem stanju dovesti do mjesta ugradnje. Postepenim upuštanjem vode, kao balasta, spušta se cijev na određeno mjesto, nakon čega se uklone postrani poklopci.

V. J.

IZGRADNJA VELIKE BRANE NA NILU

(Baumaschine und Bautechnik,1 i 2, 1964.)

Velika brana Saad el Ali kod Assuana je svakako jedna od najznačajnijih gradnji današnjice. Rijetko je koja gradnja imala takvog utjecaja na svjetsku politiku kao ova. S njenom izgradnjom povezana je Sueska kriza i nacionalizacija Sueskog kanala.

Godišnja protoka rijeke Nil iznosi kod Assuana u prosjeku 84 milijarde m^3; u suhoj godini 42 milijarde m^3, a u naročito vlažnoj godini 150 milijarde m^3. Od prosječne raspoložive vodne količine koristi se za navodnjavanje svega 57%. Izgrađene akumulacije na Nilu u Egiptu i Sudanu imaju sadržinu svega 7,5 milijardi m^3 i mogu primiti samo jedan mali dio velikih voda Nila, koje se pojavljuju u ljetnim mjesecima.

Nil donosi godišnje iz Sudana i Etiopije oko 110 milijuna m^3 mulja. Kod vijeka akumulacije od 500 godina, treba računati s potrebnom kubaturom zamuljenja od 30—40 milijardi m^3. Za izravnanje protoka tokom godine i usklađenje s potrebama navodnjavanja, potrebna je akumulacija od 30 milijardi m^3. Za višegodišnje izravnanje protoka i akumuliranje viškova vode u najvlažnijoj godini potreban je rezervoarski prostor od 70 milijardi m^3. Potrebna veličina akumulacije na Nilu je 130 milijardi m^3.

Vidi članak o ovoj brani u Građevinaru 8/1962.

Ovakvu akumulaciju moglo se postići samo u granitnom masivu kod Assuana, gdje se već nalazi brana izgrađena 1902 godine. Ova brana bila je nadvišena u 2 navrata, tako da je kota krune brane povišena od + 109,00 na + 123,00 m n. m. i konačno postignuta akumulacija od 5,5 milijarde m^3. Daljnje povećanje ove brane praktički nije moguće. 6 km uzvodno od ove brane je mjesto pogodno za izgradnju brane s usspornom kotom + 182,00 m n. m., kojom se postizava potrebna akumulacija od 130 milijardi m^3. Ova brana je visine 111 m i dužine u kruni od 3500 m, te omogućava izgradnju jedne od najsnažnijih hidroelektrana na svijetu.

Zbog usporedbe dajemo ovaj pregled hidroelektrana:

Naziv HE i zemlja	Sadržina akumulacije 10^6 m^3	Instalirana snaga MW	Godišnja proizvod. 10^9 kWh
Saad el Ali (UAR	130.000	2 100	10,0
Kujbišev (SSSR)	14.500	2.100	10,0
Staljingrad (SSSR)	33.500	2.530	12,0
Bratska (SSSR	179.000	3.600	21,7
Grande Dixence (Švicarska)	400	390	1,30
Kaprun (Austrija)	173	314	0,83
Serre Poncon (Francuska)	1.200	360	0,70

Poznato je da su prvi projekti ove brane bili izrađeni od zapadnih stručnjaka. Nakon što je SSSR preuzeo financiranje izgradnje, proveli su stručnjaci SSSR razne izmjene u projektu, kako same brane, tako i dovodnih organa, te privremene evakuacije voda za vrijeme građena. Lokacija brane pomaknuta je 1,5 km uzvodno i reducirano uzvodno površinsko brtvenje, te predviđena opsežna injekciona zavjesa dubine do 200 m. Prvotno predviđenih 7 obilaznih i 8 dovodnih tunela zamijenjeno je jednim obilaznim kanalom od kojeg se turbinama odvode dovodni tuneli. Ovim promjenama sniženi su troškovi izgradnje za 25 milijuna dolara i vrijeme građenja skraćeno za 3 godine.

Troškovi izgradnje same brane iznose 300 milijuna dolara; dosadašnjim ugovorima o financiranju SSSR je osigurao 73% od te svote. Međutim, troškovi svih radova koji su skopčani s izgradnjom ove velebne brane (preselenje stanovništva, dalekovodna mreža, reklamacija novih zemljišta) procijenjeni su na 1250 milijuna dolara. Povećanjem obradive površine Egipta za 30%, omogućenjem intenzivnijeg navodnjavanja 460.000 ha zemljišta, čime će se umjesto jedne postići tri žetve godišnje, i godišnjom proizvodnjom 10 milijardi kWh električne energije — postići će se godišnji čisti prihod od 625 milijuna dolara.

Program rada predviđa dovršenje izgradnje obilaznog kanala i obih zagata, krajem 1964. god. Do 1967. treba glavnu branu izgraditi na visinu cca 75 m i omogućiti uspor do kote + 155,00 m n. m.; te rad triju turbinskih grupa (od njih 12 po 175.000 kW). Krajem 1968. završava se glavna brana, a 1970. strojarnica tj. ugradnja ostalih turboagregata, a 1972. god. se predviđa dovršenje svih završnih radova.

Za izgradnju ove brane, s 40 milijuna m^3 pretežno kamenog nasipa, izvedbu oko 10 milijuna m^3 iskopa u stijeni za obilazni kanal, dovodne tunele, te ulazni uređaj i strojarnica provedena je odgovarajuća organizacija gradilišta i predviđena vrlo opsežna građevinska mehanizacija.



Sl. 1: Betonara

Od važnijih instalacija na gradilištu mogu se navesti separacija i deponija agregata za betoniranje, betonara (sl. 1), kabelkran nosivosti 20 t i raspona 400 m (sl. 2), crpna stanica na Nilu kapaciteta 3000 m^3/sat, 6 kV mreža od obližnje hidroelektrane na brani Assuan za pogon građevinske mehanizacije, ukupne instalirane snage 20.000 kW, kompresorska stanica od 500 m^3/min s tornjevima za hlađenje pogonske vode, armiračka radionica kapaciteta 1,5 t/sat, remontna radionica za 300 ljudi, i dr.



Sl. 2: Kabelkran



Sl. 3: Bager kašikar EKG 4 (4 m^3) Dumper Bardford (30 t)



Sl. 4: Bušilice

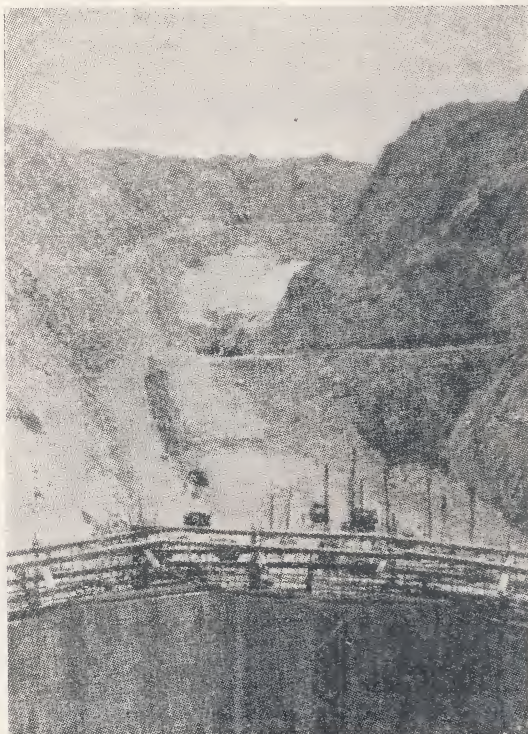


Sl. 5: Ulazni uređaj i početni dio kanala

Od građevinske mehanizacije bit će u pogonu za vrijeme najvećeg intenziteta izvođenja radova: 42 bagera, uključiv i 6 refulera za dobivanje pijeska, od toga njih 22 od 4 m³, 250 kW (sl. 3), 350 kamiona i dumpera, od toga 200 njih nosivosti 25—30 t, 48 buldožera, 90 bušilica Wagon Drill, ∅ 200 mm (sl. 4), betonske pumpe, toranjske i autodizalice i dr.

Kod iskopa obilaznog i dovodnog kanala računalo se s postizavanjem dnevnog iskopa od 10.000 m³, a postignuto je u 3-smjenskom radu: 1961 g. (početak) 2,5 milijuna m³, 1962 g. 3,1 milijuna m³, 1963 g. 1,9 milijuna m³.

Iskop je obavljan u etažama visine 10—12 m lafetnim bušilicama Ø 200 mm na gusjenicama ili gumenim točkovima. Oko 6% odvaljene stijene trebalo je ponovno minirati zbog usitnjavanja na potrebnu mjeru. Primjenjeni bageri od 4 m³ postigli su prosječni učin od 110 m³/sat stijene, a maksimalno 240 m³/sat. Jedan radni ciklus bagera kretao se je kod toga od 24—48 sek.



Sl. 6: Obilazni i dovodni kanal



Sl. 7: Zagat nizvodno od strojarnice



Sl. 8: Dovodni tunel do turbine

Kod nasipavanja glavne brane predviđa se postizavanje dnevnog kapaciteta od 30.000 m³. Za ovo će se primjeniti 90 bušilica, bageri s 800 m³ kapaciteta i transportna vozila kapaciteta 5400 t ili cca 3200 m³.

Zanimljivo je da je na gradnji primjenjena i građevinska mehanizacija iz zapadnih zemalja, kao npr. 80 kom Bardford dumpera od 30 t, 20 kom Atlas Copco bušilica, a pojavili su se i prvi Caterpillar traktori i buldožeri. Osim ove vrlo moćne mehanizacije uposleno je u užem području ove gradnje već oko 20.000 radnika, od toga 1000—1500 sovjetskih stručnih radnika za pogon i održavanje mehanizacije, a predviđa se povećanje radne snage za daljnjih 10.000 ljudi.

Stanje radova na pojedinim objektima u 1963 god. vidi se iz sl. 5—8.

Za izgradnju ulaznog uređaja postavljene su teške toranjske dizalice kapaciteta 180 tm. Za betoniranje strojarnice i sve radne operacije u vezi ovoga služi 20-tonski kabelkran i niz toranjskih dizalica. Betoniranje ulaznog uređaja i strojarnice se djelomično obavlja i betonskim pumpama Ø 350 mm, kapaciteta 40 m³/sat. Zanimljiva je metoda izgradnje zagata, prema iskustvima kod građenja velikih hidroelektrana u SSSR: nakon nasipavanja nasipa od krupnog kamena s uzvodnim pokosom 1:1,5, izvedeno je s uzvodne strane nasipavanje sloja pješčanog materijala s pokosom 1:3 do 1:5. Djelovanjem vodne struje zapunjava se i brtvi kameni nasip. Kod izvedbe zagata na obilaznom i dovodnom kanalu pokazao se je pun uspjeh takvog izvođenja i postignuto je potpuno otješnjenje i potpuno suha građevna jama.

V. J.

O RAZMAKU CIJEVNE DRENAŽE

Razmak cijevne drenaže se određuje ili po uobičajenim i poznatim istraživačkim metodama pedoloških laboratorija, ili direktno na terenu, po empiriji.

Uobičajene laboratorijske metode koje se upotrebljavaju u Evropi za određivanje razmaka ove su:

1. Metoda ispiranja s destiliranom vodom za određivanje čestica veličine $> 20\,\mu$ i čestica $> 2\,\mu$.
2. Određivanje higroskopiciteta.
3. Određivanje topline orošavanja.
4. Određivanje specifične površine čestica tla.
5. Određivanje koeficijenta infiltracije pomoću valjaka za uzimanje uzoraka u prirodnom stanju.

Na terenu se određuje propusnost kod visokog nivoa podzemne vode pomoću tzv. »holandskog svrdla« ili Hooghoudt-Ernstove metode, ili se zadovoljava iskustvom i karakteristikama profila.

Iz podataka laboratorijskih analiza, određivanje razmaka drenova zavisi o veličinama čestica $> 20\,\mu$ i $> 2\,\mu$. Klasifikacija dobivenih laboratorijskih vrijednosti za faktor K još nije definitivna, a za Hooghoudt-Ernstovu metodu vrijede posebni nomogrami.

Projektantu se ipak u konačnom smislu ostavlja da od slučaja do slučaja, i često po vrlo subjektivnim kriterijima, odluči o razmaku drenova. Osobito kod težih tala, projektanti su skloni i danas da izabiru što uži razmak jer misle da će tako biti postignut optimalniji efekat. Tako se često puta izvode sistemi s razmakom sisavaca manjim od 10 m a često i ispod 6 m.

Pojavila se je sumnja dokle treba ići s tom sklonosti za što užim razmakom ,i pitanje je da li veći troškovi kod užeg razmaka su pokriveni dovoljno visokim i trajno sigurnim prinosima .

Ispitivano je kako su se mijenjali troškovi kad su razmaci bili smanjeni ili povećani za 2 m. Dodatni troškovi koji nastaju kroz užu drenažu, prouzrokovani su većim brojem drenskih cijevi po ha, većim plaćama i pogonskim troškovima za iskop i zatrpavanje jaraka dodatnih sisavaca. Proračunato je i povećanje troškova kod smanjenja razmaka za 2 m, kao i smanjenih troškova kod povećanja razmaka za 2 m, a na bazi proračunatih troškova drenaže s razmakom od 8 i 15 m.

Povećanje troškova kod užeg razmaka se naročito izdvaja, tako da se povećavaju troškovi drenaže kod smanjenja razmaka od 10 na 8 m za oko 20%, dok se kod smanjenja razmaka od 8 na 6 m penju na 28%.

Također su dati i smanjeni troškovi kod povećanog razmaka drenaže za 2 m, ali je važniji podatak smanjenog razmaka na opću ekonomičnost drenažnih sistema.

Ovi povećani troškovi morali bi biti pokriveni većim prinosima po jedinici površine. Ti povećani prinosi morali bi iznositi cca oko 10.000 Din po hektaru.

Da li se mogu očekivati toliko povećani prinosi unutar više godina? Od odgovora na to pitanje zavisi, da li se može pozitivno reagirati na uže razmake kod cijevne drenaže.

Odluku o užem razmaku ne treba konačno gledati jedino u povećanju prinosa, jer jako forsirana mehanizacija radova traži pravovremeni ulazak strojeva za obradu površina, sjetve, njege i žetve usjeva. Za veći pritisak traktora, kombajna i ostalih strojeva velike težine, loše odvodnjena površina vrlo je nepovoljna, jer se u vlažnom stanju ne može obrađivati. Zato je osobito važno da li se može, pored boljeg prozračivanja tla kao posljedice povoljnijeg nivoa podzemne vode, u proljeće prije ući sa strojevima na ovakvo zemljište nego na nedrenirano. To isto vrijedi za jesensku sjetvu i u ljetu za vrijeme radnih vrhova, ako se brzo iza kiše može ponovo ući na neku parcelu s kombajnom ili iskopačem repe.

Ove prednosti se ne mogu iskazati samo u povećanom prinosu po jedinici površine.

Zbijanjem površinskog sloja kod jako vlažnih parcela po kojima se kreće mehanizacija, nastaju štete koje se mogu otkloniti užim razmakom drenova, i to treba imati u vidu kod prosuđivanja potrebe užeg razmaka.

Da li treba odustati od uske drenaže?

Ne može se dati odgovor u jednom ili drugom smjeru, jer treba uzeti u obzir više upliva. Treba uzeti u obzir karakter tla, klimatske prilike, intenzitet proizvodnje, indeks građevinskih radova itd. Tamo gdje se ne mogu s dovoljno sigurnosti očekivati povećani prinosi zbog uže drenaže, potrebno je postaviti drenove s većim razmakom.

Ing. B. DJAKOVIĆ

SAVJETOVANJE O ISTRAŽIVANJU U OBLASTI DRENAŽE I ISPIRANJA ZASLANJENIH TALA

Izmijenjene su informacije o prethodnim rezultatima istraživanja provedenih u toku 1963. god. u oblasti melioracija i utvrđivanja plana istraživanja u Gladnoj Stepi za 1964—1965. god.

Na savjetovanju u Moskvi su uzeli učešća predstavnici instituta koji vode istraživanja u Gladnoj Stepi: Svesavezni naučnoistraživački institut hidrotehnike i melioracija, Srednjeazijski institut vodnih problema i hidrotehnike, Pedološki institut Dokučajeva, Moskovski hidromeliorativni institut i dr.

S. R. Offengenden podnio je opće informativno saopćenje: »O planu najvažnijih radova u 1964—1965 god. u području borbe sa zaslanjenošću na bazi drenaže i ispiranja«, i A. A. Račinskij: »O melioracionim radovima u Južnom Horezmu«. Osim ovih, podnijeto je još nekoliko izvještaja.

Učesnici savjetovanja dali su konkretne prijedloge, a kao osnovno podnesena je teza da je odvodnja navodnjavanih zemljišta i ispiranje zaslanjenih tala najvažniji problem o čijem rješenju zavisi osvajanje novih površina za navodnjavanje, kao i uspješna melioracija postojećih natapnih površina. Primjećeno je, da su se proširili i produbili teoretski i eksperimentalno naučnoistraživački radovi na horizontalnoj i vertikalnoj drenaži i ispiranju. Istraživanja u Gladnoj stepi provode se po jedinstvenom koordinacionom planu. Istaknuta je nedovoljna pažnja teoretskih istraživanja. Metodika i tehnika istraživanja zaostaje za suvremenim nivoom razvitka drugih oblasti nauke i tehnike. Koordinacija istraživanja je nedostatna. U nizu slučajeva se rezultati istraživanja u lokalnim prirodno-gospodarskim uslovima proširuju i preporučuju za široku primjenu u uslovima koji se razlikuju od eksperimentalnih. Sve to dovodi do proturječnih preporuka u nizu slučajeva. Također je primjećeno da se izgradnja pokusnih objekata vodi nesuvremeno i u nedovoljnom mjerilu.

Savjetovanje je pozvalo sve naučnoistraživačke ustanove da usmjere svoja nastojanja na proučavanju i razradi pitanja teorije drenaže, optimalnom reguliranju vodno-solnog režima, efikasnosti i organizaciji eksploatacije odvodnih sistema, ispiranju zaslanjenih tala, mehanizaciji izgradnje drenaže i planiranju površina natapnih zemljišta.

Preporučeno je Srednjeazijskom i drugim institutima da sastave tematski plan naučnoistraživačkih radova na melioraciji Gladne Stepe i detaljni izvještaj o radovima, s preporukama na osnovu dovršenih ispitivanja. Predloženo je svim institutima koji rade u aridnoj zoni da prorade metodiku izvođenja terenskih i laboratorijskih istraživanja drenaže i ispiranja tala. To će omogućiti da se kod sastavljanja radnih programa istraživanja orijentira na jedinstvenu metodiku. U tom cilju preporučeno je nizu instituta da sastave projekte metodike za provođenje terenskih istraživanja i obrade rezultata uz pomoć najnovijih dostignuća hidromeliorativne nauke.

Moskovski hidromeliorativni institut treba da sastavi metodiku za izračunavanje vodnog balansa, Pedološki institut V. V. Dokučajeva — istraživanje režima soli u tlu. Savezni N. I. H. I. — Naučno-issledovateljskij himičeskij institut — izvođenje pedološko-meliorativnog rajoniranja, određivanje koeficijenta filtracije, proučavanje inženjersko-geoloških svojstava zemljišta i kontrolu meliorativnog stanja zemljišta.

Ovi metodološki radovi moraju biti pripremljeni u VNIGiM — Vsesojuznij naučno issledovateljskij institut gidrotehniki i melioracii — za metodsko koordinaciono savjetovanje u 1964. god. Od 1965. sva istraživanja u melioracijama moraju se provoditi po jedinstvenoj metodici i planu.

Smatra se neophodnim da instituti i ostali koji obavljaju radove na ispiranju dreniranih tala uključe u program svojih istraživanja i proučavanje režima navodnjavanja i tehnike navodnjavanja na dreniranim tlima

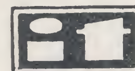
iza ispiranja, koje djeluje na spriječavanje ponavljanja zaslanjenosti i produbljenja zone zasoljavanja. U procesu istraživanja neophodno je dati najbolje rokove, optimalne norme i broj doza ispirajućih navodnjavanja i dubinu vlaženja u različitim lokalnim uslovima.

U niz pitanja koja podliježu izučavanju u razradi režima navodnjavanja na ispiranim zemljištima, neophodno je uključiti proučavanje režima hraniva i vodno-fizičkih svojstava tala i dinamiku bioloških procesa. Za izvođenje istraživanja na višem naučno-tehničkom nivou, savjetovanje je pozvalo sve institute da ubrzaju rad specijalnih laboratorija za usavršavanje aparature i pribora za terenska i laboratorijska istraživanja. Potrebno je razraditi izotopnu metodu određivanja vlažnosti i zbijenosti tla, načine mehaniziranog sondiranja terena i slojnog određivanja mineralizacije podzemnih voda, metode određivanja transpiracije, ispiranja i kondenzacije, a također i metode opažanja horizontalnog i vertikalnog kretanja podzemne vode. Pedološki institut V. V. Dokučajeva treba razraditi elektrometrijsku metodu kontrole ispiranja zaslanjenih tala.

Pridajući veliko značenje primjeni novih materijala za izgradnju zatvorene drenaže, savjetovanje je preporučilo da se u program uključi istraživanje konstrukcija drenaže iz plastičnog materijala.

Ing. B. DJAKOVIĆ

Iz Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske



PLENUM ODBORA SAVEZA GRAĐEVNIH INŽENJERA I TEHNIČARA SR HRVATSKE U SPLITU

3. i 4. aprila 1964. god. održano je u Splitu III plenarno zasjedanje Odbora Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske, u mandatnom periodu 1963—1965.

Rad plenuma obavljao se 3. aprila u neboderu G. P. »Pomgrad«, po ovom dnevnom redu:

1. Izvještaj I tajnika o radu SGITH od skupštine u Puli 19. aprila 1963. do III plenuma Odbora SGITH 3. IV 1964. u Splitu.
2. Uloga i neki aktuelni zadaci SGITJ i njegovih organizacija na obnovi i izgradnji Skopja (Referat predsjednika Hasana Šiljka na IX plenumu SGITJ u Beogradu 6. XII 1963.)
3. Izvještaj Nadzornog odbora o završnom računu za 1963. i Prijedlog godišnjeg proračuna za 1964.
4. Izvještaj Glavnog urednika časopisa »Građevinar«.
5. Predkongresne pripreme za III kongres građevnih inženjera i tehničara Jugoslavije u 1964.
6. Uvođenje 42-satnog radnog tjedna u građevinarstvu.
7. Izgradnja Jadranske magistrale (organizacija radova i stanje izvedbe). Referent Ing. Ivan Celmić.

Radu plenuma pored članova Odbora SGITH i Nadzornog Odbora, te velikog broja članstva iz Splita, prisustvovali su Ahmed Hanić, pomoćnik Sekretara Republičkog sekretarijata za industriju, Albert Antolčić, predsjednik Sindikata građevinara Hrvatske, Ivan Gaće, potpredsjednik Kotarske Privredne Komore Split, Ante Kronja, potpredsjednik Općinske skupštine Splita, i Ivo Ivić, predsjednik Općinskog odbora Sindikata građevinara Split.

Rad plenuma trajao je 3. aprila prije i poslije podne, a 4. aprila posjećena su gradilišta Jadranske magistrale na dionici Split—Rogoznica—Šibenik sa pregledom gradnje mostova preko Jadra u Splitu, mostova kod Ražina, Morina i Primoštena.

Na plenumu je predsjednik radnog predsjedništva Ing. Josip Klepac pročitao pozdravni brzojav Predsjednika Saveza građevnih inženjera i tehničara Jugoslavije druga Hasana Šiljka i pismo, koje je plenumu uputio drug Dr Zvonko Petrinović, republički sekretar Sekretarijata za urbanizam, stambene i komunalne poslove.

Plenum je nakon podnesenih izvještaaj i referata po dnevnom redu i diskusije učesnika donio ove

Zaključke i preporuke

1. Usvaja se izvještaj o radu Saveza građevnih inženjera i tehničara Hrvatske, koji je podnio I tajnik, za radno razdoblje od skupštine u Puli 19. aprila 1963. do III plenuma u Splitu 3. aprila 1964.
2. Referat predsjednika SGITJ Hasana Šiljka o ulozi i nekim aktuelnim zadacima naših društvenih organizacija na obnovi i izgradnji Skopja, treba da posluži kao temelj za pretresanje načelnih problema iz događaja u Skopju, kako bi građevni inženjeri i tehničari na svojim radnim mjestima, kao projektanti i izvođači građevinskih radova, kao članovi revizionih komisija, kao organi nadzornih službi investitora i kao organi građevnih inspekcija ubuduće svojim savjesnim radom i odlučnom borbom na svim nivoima otklonili uočene slabosti, koje je pokazao zemljotres u Skopju.
   Pri ovim društvenim akcijama pridržavati se zaključaka IX redovnog zasjedanja Glavnog odbora SGIT Jugoslavije od 6. decembra 1963.
3. Prihvaća se izvještaj Nadzornog odbora o ispravnosti završnog računa SGITH za poslovnu godinu 1963.
4. Usvaja se budžet SGITH za 1964. poslovnu godinu u iznosu od 18,898.000 Din, od koje sume otpada na prihode i troškove časopisa »Građevinar«, kao organa Saveza, iznos od 18,500.000 Din.
5. Usvaja se u cijelosti izvještaj Glavnog urednika časopisa »Građevinar« za poslovnu godinu 1963. uz odavanje priznanja glavnom i tehničkom uredniku, te redakcijskom odboru za odlično vođenje ovog stručnog časopisa, koji je svojom popularnošću u stručnim krugovima dosegao tiraž od 4000 brojeva mjesečno, a uz to bez ikakve dotacije svojim samostalnim radom postigao i odgovarajuće financijske rezultate uslijed pravilnog privrednog poslovanja.
6. Plenum se suglasio sa stavom Izvršnog odbora SGITH na II sjednici od 17. januara 1964., da bi kao kongresni grad za održavanje 3. Kongresa građevnih inženjera i tehničara Jugoslavije u 1964. najbolje odgovarala Ljubljana, i da Zagreb uslijed oskudice hotelskog prostora, preopterećenog tranzitnim turizmom ovoj svrsi ne bi odgovarao, tim više, što se u Zagrebu u 1964. ne izvode značajniji investicioni zahvati.
7. Po pitanju uvođenja 42-satnog tjedna u građevinarstvu, Plenum poziva sve građevne inženjere i tehničare u radnim organizacijama na najaktivniju suradnju s ostalim organima poduzeća na izvršenje priprema za sprovođenje ovog ustavnog prava radnika. Kao podloge za ovaj rad treba da posluže:
   — materijali sa savjetovanja o uvođenju 42-satnog tjedna u građevinarstvu, u izdanju Savjeta za građevinarstvo Privredne komore SR Hrvatske,
   — materijali sa savjetovanja u Vrnjačkoj Banji, objavljeni kao separat uz broj 63/1964. časopisa »Dokumentacija za građevinarstvo i arhitekturu« u izdanju Jugoslavenskog građevinskog centra u Beogradu,

— materijali i zaključci Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije, objavljeni u časopisu »Organizacija rada« (dio časopisa »Tehnika«) u broju 4/1964.

8. Plenum pridaje posebno značenje izgradnji Jadranske magistrale kao prvorazrednom ovogodišnjem zadatku naše operative. Organizacije našeg Saveza na potezu Jadranske magistrale (DGIT Zadar, Šibenik, Split, Makarska i Dubrovnik) treba aktivno da učestvuju na izradi programa i realizaciji zadataka, koji će osigurati:
— skraćenje ili bezuvjetno održavanje ugovorenih rokova izgradnje,
— osiguranje većeg radnog učinka, višu produktivnost i viiš nivo dohodaka,
— borbu za održavanje cijena građevinskih radova po kojima su zaključeni ugovori s investitorom.
Kako se na Jadranskoj magistrali izvode građevinski radovi, naročito na sektoru mostogradnje, a da se iskustva s gradnje ovako značajnih inženjerskih konstrukcija ne bi predala zaboravu nakon njihovog dovršenja, pozivaju se inženjeri i tehničari, projektanti i izvođači, da svoja iskustva objavljuju u časopisu »Građevinar« i tako pridonesu uz široki publicitet u stručnoj javnosti i tehničkoj arhivskoj građi s gradnje Jadranske magistrale.

9. Usvaja se prijedlog DGIT Rijeka, da se IV plenum Odbora SGITH održi ujesen ove godine u Rijeci. Ovo s razloga, što se u zadnjih četiri godine takvi sastanci na Rijeci nisu održavali, a danas Rijeka ima intenzivnu građevnu djelatnost s nekoliko značajnih investicionih zahvata, koji bi mogli biti sadržaj stručnog dijela rada Plenuma (npr. izgradnja brodogradilišta Martinšćica, izgradnja luke Bakar, HE Rječina i HE Senj, te industrijski način stambene izgradnje u G. P. Jadran i G. P. Primorje, rekonstrukcija rafinerije nafte »Boris Kidrič«).

10. Plenum poziva sve naše organizacije da ove zaključke i preporuke provedu u djelo jer su u okviru zadataka sadržanih u materijalima VI plenuma CK SKJ i Osnovnih smjernica za pretkongresnu aktivnost Saveza komunista. Time će se osigurati kontinuirana aktivnost do VIII kongresa SKJ, te pokazati udio i doprinos na rješavanju aktuelnih zadataka građevinarstva.

I tajnik: *Milan Jančiković*

Predsjednik: *Ing. Mišo Bauer*

Bibliografija

»Dimenzioniranje gradbenih objektov v potresnih območjih«, Ljubljana 1963. Izdala: Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov za Slovenijo. Adresa: Ljubljana, Erjavčeva 15. Knjiga se može naručiti kod izdavača. Ima 60 stranica, a priloži joj karta seizmičkih područja Slovenije. Sadržaj: Uvod, Namen novih predpisov za varnost pred potresi, Predlog začasnih predpisov za dimenzioniranje in izvedbo gradbenih objektov v potresnih območjih, Navodila za računanje potresnih obremenitev, Komentar karti seizmičnih področij LRS. Prijedlog ovih privremenih propisa postao je službenom regulativom na području Slovenije objavljivanjem u Službenom listu SR Slovenije dne 18. 6. 1963.

Historijat je ovih propisa ukratko ovaj:

Početkom 1962. godine, vjerojatno pod utiskom potresa u Makarskoj, Sekretarijat za industriju SR Slovenije imenovao je stručnu komisiju sa zadatkom da pripremi prijedlog suvremenih antiseizmičkih propisa. Komisija je proučila odgovarajuće propise različitih zemalja, naročito Sovjetskog Saveza i USA, Kalifornijske propise. Prijedlog je dostavljen na razmatranje svim zainteresiranim organizacijama u građevinarstvu, te je nakon diskusije usvojen definitivni tekst sredinom 1962. godine. Nakon toga organi općina dobili su uputstvo da se prigodom provjeravanja investiciono-tehničke dokumentacije pridržavaju odredaba novih propisa. Nakon jednogodišnje provjere u praksi, propisi su konačno postali obvezatni sredinom 1963. godine.

U slovenačkim propisima je načelni postupak dobivanja potresnih sila uzet iz sovjetskih propisa na temelju tzv. dinamičke metode. Jednadžba za dobivanje potresne sile glasi:

$$S = Q \cdot K \cdot \beta \cdot \eta$$

gdje je S = potresna sila
Q = normalno prosječno vertikalno opterećenje
K = potresni koeficijent
β = dinamički koeficijent zavisan o frekvenciji vlastitog titraja objekta
η = koeficijent zavisan o deformaciji konstrukcije pri slobdnom vibriranju i raspodjeli tereta u konstrukciji.

Normalno prosječno vertikalno opterećenje kod visokogradnji sastoji se od stalnog tereta i polovice korisnog (upotrebnog) tereta, bez vjetra. Potresni koeficijent predstavlja relativni broj koji množen sa Q daje dio tereta koji ulazi u račun potresne sile. Dinamički koeficijent može imati maksimalnu vrijednost 1,5. Za iste periode titraja zgrade, ta vrijednost iznosi u sovjetskim propisima 3.

Dopuštena je približna i tačnija metoda proračuna potresnih sila. Približna metoda može dovesti do neekonomično velikih potresnih sila. Kontrola objekata po tačnijoj metodi obvezatna je za objekte više od 25 m, odnosno za skeletne konstrukcije više od 7 etaža nad zemljom.

Dopušteni naponi pri računskoj kontroli povećani su za 100% prema osnovnim dopuštenim naponima. Ovo vrijedi za konstrukcije od betona, armiranog betona, opeke i drveta. Pri tome se preporučuje, da se osnovni dopušteni naponi za zidove od opeke uzmu iz prijedloga novih propisa za zidove od opeke koji su objavljeni u Dokumentaciji za građevinarstvo i arhitekturu br. 21 iz 1960. U propisima su detaljno razrađene konstruktivne osnove za zidane zgrade. U koliko su zgrade izgrađene prema tamo iznesenim principima, nije potreban dokaz nosivosti uzev u račun potresne sile, ali samo do određene visine zgrade zavisno od različitih vrsta nosivosti sistema zidova i različitih kategorija potresne opasnosti.

Proračun na potresne sile izvodi se u seizmičkim područjima VII, VIII i IX stupnja intenziteta MCS skale. On je zavisan o stupnju intenziteta potresa i o kvalitetu tla. Kod srednje dobrog tla iznosi K:

Stupanj po MCS skali	K
VII	0,02
VIII	0,04
IX	0,08

Kod konstrukcija sa slabim prigušenjem titraja (stupovi, tvornički dimnjaci itd.) preporučuje se potresne sile S povećati množenjem sa koeficijentom do 1,6.

Propisi sadrže slijedeće glave: Opće odredbe, Izračunavanje sila opterećenja uslijed potresa, dozvoljeni naponi za dimenzioniranje prema potresu, opće preporuke za projektiranje, konstrukcijske osnove za zidane zgrade.

Napominjemo, da su slovenački antiseizmički propisi prihvaćeni kao osnova pri razradi privremenih saveznih antiseizmičkih propisa u Savezu jugoslavenskih laboratorija.

Dio knjige: Navodila za računanje potresnih obremenitev sadrži detaljne upute i pomoćne dijagrame kao i 3 detaljno provedena proračuna seizmičkih sila.

V. ST.

GRAĐEVNO PODUZEĆE

„IZGRADNJA”

ŠIBENIK

ULICA BORISA KIDRIČA

TELEFON 2312

Izvodi sve vrste građevinskih radova:

— VISOKOGRADNJE
— NISKOGRADNJE
— INDUSTROGRADNJE

Projektira u vlastitom Projektnom birou

ČESTITAMO 1. MAJ — PRAZNIK RADA!

»DUBAC«

GRAĐEVNO PODUZEĆE

DUBROVNIK
VL. NAZORA 6
Tel. 41-20

OBAVLJA SVE VRSTE RADOVA VISOKOGRADNJE I NISKOGRADNJE ● VLASTITI POGON BETONSKIH ELEMENATA

ČESTITAMO
1. MAJ
PRAZNIK RADA!

„GRADITELJ"

građevno poduzeće

DUBROVNIK
GRUŠKA OBALA br. 6
Telefon 41-56, 41-58

Obavljamo sve vrste građevnih radova visokogradnje, niskogradnje i obale.
Posjedujemo vlastiti PROJEKTNI BIRO.

„TEHNOGRADNJA"

GRAĐEVNO PODUZEĆE

SPLIT
SMODLAKINA UL. br. 6
Telefoni: 25-76, 30-56 i 34-93
Brzojav: »Tehnogradnja« Split

IZVODI SVE VRSTE GRAĐEVINSKIH RADOVA
I OBAVLJA PROJEKTNE USLUGE

»GRAĐEVINAR«

građevno poduzeće i industrija građevnog materijala

IVANIĆ GRAD, Benkova b. b.

TELEFONI: 24, 32, 49, 31, 8

U SVOJIM POGONIMA PROIZVODI

MONTAŽNE STANOVE ZA TRŽIŠTE
NISKO I VISOKO GRADNJE
GRAĐEVNU STOLARIJU
GRAVNU BRAVARIJU
BETONSKE PROIZVODE
DRVNE KONSTRUKCIJE
CIGLARSKE PROIZVODE

SA SVOJIM KOOPERANTIMA PROJEKTIRAMO I IZVODIMO KOMPLETNA NASELJA OBITELJSKIH ZGRADA

„GRAĐEVINAR“

ZIDARSKO-TESARSKA ZADRUGA

NIN-ZADAR

PUT PLOVANIJE bb.
Telefon: 22-85

IZVODI SVE VRSTE GRAĐEVINSKIH RADOVA VISOKOGRADNJE I NISKOGRADNJE KAO I POMORSKIH RADOVA

POSEBNO IZVODIMO SVE VRSTE DRVENIH KROVNIH KONSTRUKCIJA

ČESTITA 1. MAJ — PRAZNIK RADA!



NIKEX

mađarsko vanjskotrgovinsko poduzeće za proizvode teške industrije — BUDAPEST 4 — P. O. B. 103

TRAČNI TRANSPORTER

Izvozimo

prijenosne tračne transportere s okvirom od cijevi za građevinsku industriju
i
ugrađene tračne transportere za rudarsku industriju.



Prijenosni tračni transporteri s okvirom od cijevi proizvode se u dužini od 4, 6, 8 i 10 m i širine od 400 i 500 mm.
Kapacitet: 40—50 tona/sat.
Ugrađeni tračni transporteri za rudarsku industriju prikladni su za dnevni i podzemni kop. Dužine: 30—350 m; širina trake: 650—1000 mm.
Kapacitet: 30—360 tona/sat.

»MELIORACIJA«

GRAĐEVNO PODUZEĆE

SPLIT

Mažuranićevo šetalište 1/I

Telefoni:

Direktor: 36-12
Stan direktora: 40-55
Kućna centrala: 40-66 (sa 3 voda)
Komercijalni odsjek: 43-55

Izvodi:

Sve vrste melioracija, uređenja vodotoka i bujica, izgradnju vanjskih vodovoda i vodoospkrbnih objekata, svih radova iz područja visokogradnje i niskogradnje, te projektira i izvodi stanove za tržište.

»GRADITELJ«

GRAĐEVNO PODUZEĆE

MATULJI

IZVODI SVE VRSTE GRAĐEVINSKIH RADOVA NISKOGRADNJE I VISOKOGRADNJE TE KAMENOREZAČKE RADOVE IZ VLASTITIH KAMENOLOMA.

»HIDROELEKTRA«

GRAĐEVNO PODUZEĆE

DIREKCIJA:



ZAGREB

LESKOVAČKA 10

TELEFON 52-122

SPECIJALIZIRANO PODUZEĆE
ZA IZGRADNJU HIDROELEKTRANA
I SVIH VRSTI PODZEMNIH
RADOVA

IZVODI SVE VRSTI GRAĐEVNIH RADOVA

„NOVOTEHNA"

GRAĐEVNO PODUZEĆE

KARLOVAC
Obala Račkoga b. b.

Izvodi sve vrste:

RADOVA U VISOKOGRADNJAMA
RADOVA U NISKOGRADNJAMA
PROJEKTNIH USLUGA
OBRTNIČKIH RADOVA

ZANATSKO PORIVREDNO PODUZEĆE

„ZADAR"

Velebitska ulica br. 2, tel. 29-23

Izvodi sve vrste građevinske stolarije, elektroinstalaterske radove, kao i soboslikarske i i ličilačke radove.

JADRANKAMEN

INDUSTRIJA JADRANSKOG KAMENA I MRAMORA
SPLIT — ISTARSKA ULICA br. 1
Telefon: 27-09, 29-63, 24-81 — Brzojavna kratica: JADRANKAMEN

KAMENOLOMI, KLESARSTVO, PILANE

SNABDIJEVAMO TUZEMSTVO I INOZEMSTVO SVIM VRSTAMA JADRANSKOG KAMENA I MRAMORA ZA GRAĐEVINSKE RADOVE, UKRASNE SVRHE (BLOKOVI), INDUSTRIJSKE POTREBE. — KAMEN ISPORUČUJEMFO U SIROVOM I OBRAĐENOM STANJU.

Za informacije obratite se na gornju adresu. Ozbiljnim interesentima šaljemo uzorke besklatno!

Svim poslovnim prijateljima čestitamo — Praznik rada — 1. MAJ!

»TEHNIKA«

GRAĐEVNO PODUZEĆE

ZAGREB, Leskovačka 12

IZVODI:

CESTE I MOSTOVE

AERODROME

ŽELJEZNIČKE PRUGE

INDUSTRIJSKE OBJEKTE

STAMBENE ZGRADE

i ostalo

SVE INFORMACIJE MOGU SE DOBITI NA GORNJU ADRESU ILI NA TELEFON BR. 53-422

„PLOČE”

GRAĐEVNO PODUZEĆE

PLOČE

IZVODI I PROJEKTIRA SVE VRSTE
GRAĐEVNIH RADOVA:
VISOKOGRADNJE
NISKOGRADNJE
POMORSKOG GRAĐEVINARSTVA

ČESTITAMO 1. MAJ — PRAZNIK RADA!

»PROJEKTANT«

GRAĐEVNO PROJEKTNI ZAVOD

SPLIT

SVAČIĆEVA UL. br. 4/III — TELEFON 43-17

IZRAĐUJE PROJEKTE ZA SVE STAMBENE, JAVNE, PRIVREDNE I INDUSTRIJSKE OBJEKTE: DRŽAVNOG, ZADRUŽNOG I PRIVATNOG SEKTORA I NADZIRE NJIHOVU IZVEDBU.
OBAVLJA KOPIRANJE NACRTA.

POSLOVNIM PRIJATELJIMA ČESTITAMO 1 MAJ — PRAZNIK RADA!

»KAMENAR«

KOMUNALNO PODUZEĆE
ZA NISKOGRADNJU

ŠIBENIK
UL. MATIJE GUPCA br. 32

Telefoni: 26-46 kancelarija

26-45 Tehnički odjel i knjigovodstvo

Izvodi sve vrste niskogradnje

Vlastiti pogon za proizvodnju tucanika i granulata

GRAĐEVNO PODUZEĆE

»MAKARSKA«

MAKARSKA

RADNIČKA CESTA BR. 18

Telefon:

direktor 240
komercijalni odjel 245
pogon 210

Izvodi sve vrste radova iz visokogradnje i niskogradnje kao i hotelske i industrijske objekte. Posjeduje vlastiti vozni park, mehaničku i stolarsku radionicu i POGON proizvodnje betonskih elemenata.

ČESTITA 1. MAJ — PRAZNIK RADA!

GRAĐEVNO PODUZEĆE

»RADNIK« BENKOVAC

IZVODI SVE VRSTE GRAĐEVINSKIH RADOVA VISOKOGRADNJE I NISKOGRADNJE. POSJEDUJE VLASTITI PROJEKTNI BIRO I VLASTITI STROJOVOZNI PARK.

PROIZVODI BETONSKE BLOKOVE

ŠTEDNJOM DO STANA . . .

Poduzeća i ustanove!

Razvijanjem pretplate na stanarsko pravo i raspisivanjem beskamatnog zajma unutar poduzeća i ustanove ubrzat ćemo tempo stambene izgradnje i prije riješiti stambeni problem. Ugledajte se u primjer onih poduzeća, koja su već pošla tim putem (»3. MAJ«, »Transjug«, »Svjetlost«, »V. Lenac«, »B. Kavranić«, »Vulkan«, Zadruge »Kulturnno-prosvjetnih radnik« i dr. u Rijeci) i koristite njihova iskustva.

Radnici i službenici!

Da li ste u svojem poduzeću i ustanovi pokrenuli pitanje pretplate na stanarsko pravo i na raspisivanje beskamatnog zajma? Ako niste, učinite to, jer je to put za brže rješavanje vašeg stambenog problema.

Štednjom do stana!

FOND ZA STAMBENU IZGRADNJU

RIJEKA — Telefoni: 25-676, 23-108

SVIM POSLOVNIM PRIJATELJIMA,
INVESTITORIMA i
GRAĐEVNOJ OPERATIVI
ŽELIMO MNOGO USPJEHA
i čestitamo
1. MAJ

ČVRSTOĆA • TRAJNOST • SIGURNOST
EKONOMIČNOST • ESTETSKI IZGLED

TO SU OSNOVNE ODLIKE GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA IZ ČELIČNIH CIJEVI. SVE POTREBNE INFORMACIJE BEZOBAVEZNO DAJE

ŽELJEZARA SISAK

SISAK 3 - TELEFON: 2122 - TELEX: 02158



VIADUKT

GRAĐEVNO PODUZEĆE - ZAGREB

